



Metall.

56.

<36607861410019

<36607861410019

Bayer. Staatsbibliothek

7

B. W. Jitter.

m

2

Ueber die
unterirdischen Gasarten
und
die Mittel

ihren Nachtheil zu vermindern.

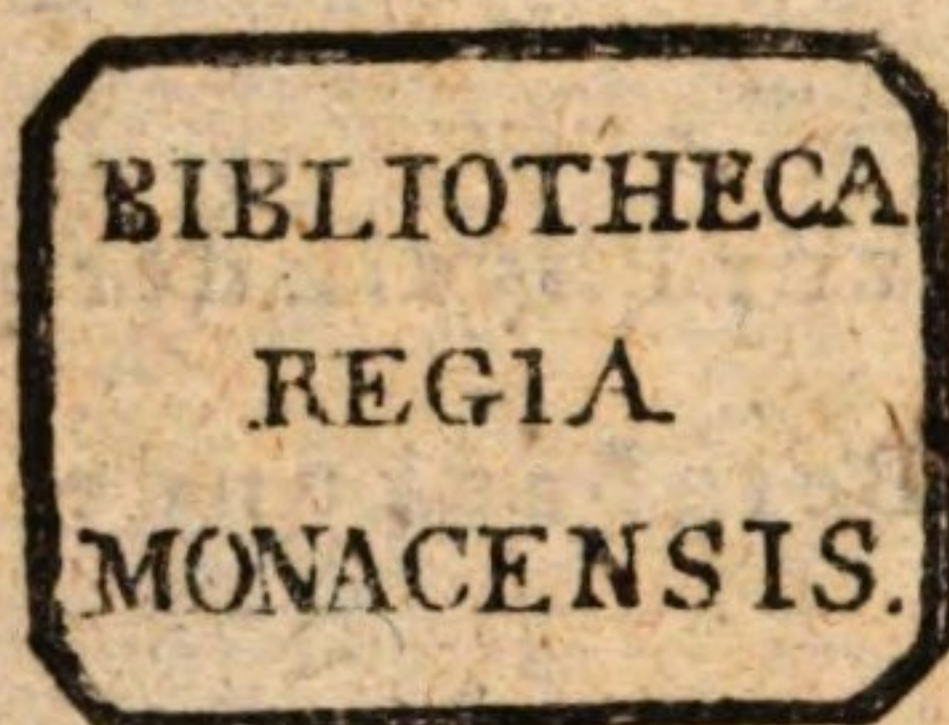
Ein Beytrag zur Physik der praktischen
Bergbaukunde

R
von

Friedrich Alexander v. Humboldt.

Braunschweig,
bey Friedrich Vieweg.

1799.



V o r r e d e.

Schon seit mehreren Jahren war mein Bruder mit der Zerlegung der unterirdischen Gasarten, und mit Versuchen, ihren Nachtheil zu vermindern, beschäftigt. Die Wichtigkeit dieses mit der Gesundheit und dem Leben einer zahlreichen Menschenklasse so nahe verbundenen Gegenstandes machte ihm diese Arbeiten vorzugsweise vor andern werth, und liefs ihn die Gefahr nicht scheuen, die, wie die Folge dieser Blätter zeigen wird, mit mehreren dieser Versuche verknüpft war. Seine Lage als Oberbergmeister gab ihm überdies Gelegenheit,

eine grössere Anzahl interessanter Beobachtungen zu sammeln, und sicherer und besser, als es der blosse Theoretiker zu thun im Stande gewesen wäre, das Ausführbare von dem Unausführbaren abzusondern.

Zwei Jahre sind jetzt verflossen, seitdem der Apparat der Rettungslampe zu Stande gekommen, versendet und in mehreren Zeitschriften beschrieben worden ist. Bei der grossen Aufmerksamkeit, die man dieser Erfindung geschenkt hat, wurde eine Beschreibung von dem Erfinder selbst gewünscht. Auch bereitete sich mein Bruder in der That dazu vor. Da aber Reisen und andere chemische Arbeiten ihn abhielten, sich ununterbrochen damit zu beschäftigen; so würde die gegenwärtige Schrift schwerlich ohne die Hülfe seiner Freunde zu Stande gekommen seyn. Nur dasjenige, was darin die unterirdische Meteorologie betrifft, so wie den Plan des Ganzen arbeitete er selbst bei seinem Aufenthalte in Salzburg und Paris aus; das Uebrige wurde, (um die Erwartung des Publikums nicht zu lange unbefriedigt zu lassen) aus kleinen früher von ihm gemachten Aufsätzen von fremder Hand zusammen-

gesetzt und hinzugefügt. Doch darf er sich mit Grunde schmeicheln, dass seine Ideen durchaus genau und richtig dargestellt sind. Schon viele überaus nützliche Materialien zu dieser Schrift verdankt er besonders dem Herrn Bergamts-Assessor Freyleben zu Marienberg, welcher dem Publicum bereits, als geognostischer Schriftsteller, rühmlichst bekannt ist.

Da mein Bruder auch jetzt schon seit einigen Monaten abwesend und auf einer weiteren Reise begriffen ist; so habe ich es für nöthig gehalten, diesen Bogen einige wenige Worte über die Entstehung dieser Arbeit vorzusetzen.

Ich füge nur noch die einzige Bemerkung hinzu, dass, wie ich an mir selbst erfahren habe, diese Schrift auch noch demjenigen interessant seyn wird, welchem das Technische des Bergbaues fremd ist, und der sich selbst nicht mit den genaueren Versuchen der analytischen Chemie beschäftigt. Der erste Theil derselben, welcher die Grundzüge zu einer unterirdischen Meteorologie enthält, deckt einen bisher noch fast ganz unbekannten Theil der Natur auf, führt in eine gleichsam neue, unterirdische

Schöpfung, überrascht durch anziehende Vergleichen in der obern und untern Atmosphäre, und gewährt nicht bloß dem Nachdenken und der wissenschaftlichen Neugierde, sondern selbst der Einbildungskraft reichliche Nahrung. Die zweite macht mit den Beschwerden und Gefahren des Bergbaues näher bekannt, und wenn es schon überhaupt ein erhebendes Schauspiel ist, den Kunstfleiß des Menschen im Kampfe mit überlegenen Elementen zu sehen, so wird hier noch die menschenfreundliche Theilnahme für eine arbeitsame und achtungswürdige Menschenklasse erweckt.

Wilhelm von Humboldt.

I n h a l t.

- Einleitung.** Einfluss der Fortschritte der Chemie und Physik auf die bessere Betreibung einiger Gewerbe, vorzüglich des Bergbaus. — Mangel eines zweckmäßigen Mittels gegen die nicht athembaren und Lichterlöschenden Luftarten, und zur Rettung der erstickten Berleute. — Nothwendigkeit, diese Lücke auszufüllen, nicht allein in Hinsicht auf den Bergbau, sondern auch auf andere Gewerbe betrachtet. — Plan der gegenwärtigen Schrift, die nicht allein solche Mittel anzugeben, sondern auch die Hauptmomente der unterirdischen Meteorologie aufzustellen bestimmt ist. Seite 1.
- I.** Localverhältnisse der unterirdischen Luftgemenge, welche in den natürlichen grössern und kleinern Hölungen eingeschlossen sind. — Verschiedenheit dieser Hölungen nach der Verschiedenheit der Gebirgsarten. — Den Bestandtheilen der Fossilien selbst beigemischte Gasarten. 33.
- II.** Beschaffenheit der unterirdischen Luftgemenge in den künstlichen Leitungen, Stollen, Strecken, Schichten u. s. f. — Raum, welche dieselben einnehmen. — Abwesenheit des Sonnenlichts. — Ob dieselben einen bemerkbaren Unterschied in der Mischung der Gasarten hervorbringen? — Seltene Phosphorescenz des Grubenlichts. 53.
- III.** Elektrische und magnetische Ladung der unterirdischen Atmosphäre. — Wärmegehalt derselben. 74.
- IV.** Feuchtigkeits- und Elasticitäts-Veränderung der unterirdischen Atmosphäre. 116.
- V.** Chemische Beschaffenheit der unterirdischen Atmosphäre und Analyse ihrer Bestandtheile. 123.

VIII

VI. Verschiedenheit der Luft, in der Lichte nicht brennen und einer irrespirablen. — Matte und schlechte Wetter. — Analyse verschiedener Grubenwetter. — Auflösungen verschiedener Stoffe in Wasserstoffgas. Brennbare, schlagende Wetter und deren Erscheinungen.	167.
VII. Mittel, verderbte Grubenwetter respirabel und Lichte haltend zu machen:	200.
Wetterwechsel.	203.
Grubenbau-Veranstaltungen für Wetterwechsel.	205.
Benützung des Feuers zum Wetterwechsel und zur Verbesserung der Wetter.	212.
Benützung des Wassers zur Verbesserung der Wetter.	223.
Vertilgung unterirdischer Pflanzen.	233.
Verbesserung der Luftarten durch Salze.	235.
Lichte haltende Lampen für böse Wetter, Wetterlampen, <i>Conservateurs de lumière</i>	249.
Einfaches Grubengeleuchte, besonders in matten Wettern.	329.
Respirations-Rohr. — Rettungsmaschine.	337.
Einige Mittel gegen Erstickung in Bergwerken.	374.
Nachtrag.	380.

Einleitung.

Einfluß der Fortschritte der Chemie und Physik auf die bessere Betreibung einiger Gewerbe, vorzüglich des Bergbaus. — Mangel eines zweckmäßigen Mittels gegen die nicht athembaren und Lichterlöschenden Luftarten, und zur Rettung der erstickten Bergleute. — Nothwendigkeit, diese Lücke auszufüllen, nicht allein in Hinsicht auf den Bergbau, sondern auch auf andere Gewerbe betrachtet. — Plan der gegenwärtigen Schrift, die nicht allein solche Mittel anzugeben, sondern auch die Hauptmomente der unterirdischen Meteorologie aufzustellen bestimmt ist.

Unter den Gewerben, deren Betrieb auf einem ununterbrochenen Kampfe mit widerstrebenden Naturkräften gegründet ist, behaupten Schifffahrt und Bergbau unstreitig den ersten Rang. Das Verlangen nach den Producten entfernter Küstenländer, und die Gewinnung nutzbarer Fossilien haben den Menschen früh gereizt, sich eben so unerschrocken auf die

unsichre Oberfläche des Meeres, als in das Innere der Erde zu wagen. Nach mannichfaltigen gefahrvollen Versuchen, nach einer Arbeit mehrerer Jahrtausende, ist es ihm gelungen, auf beyden Wegen, nicht nur der drohenden Macht der Elemente zu entrinnen, sondern auch diese Elemente selbst zu seinem Dienste zu nöthigen. Statt dafs die ersten Schiffer die Windstille dem widrigen Winde vorzogen, wissen ihre späteren Nachkommen den Letzteren zum Fortsegeln zu benutzen. Beym Bergbau (und bey Betrachtung dieses Gewerbes bleiben wir hier stehen) ist die Bekämpfung und Benutzung der Hindernisse noch auffallender. Die Festigkeit des Gesteins, welche das Eindringen in die Erdrinde erschwert, macht dem Bergmann die Sicherungsmittel, durch die er den Einsturz der Weitungen verhüten mufs, entbehrlich. Dieselben unterirdischen Wasser, deren Zulauf eine langjährige Arbeit zu vereiteln drohet, weifs er sorgsam auf Maschinen zu führen, welche zu Austrocknung der Gruben, oder zur Ausförderung der gewonnenen Fossilien dienen. Das Feuer, dessen Verbreitung oft den kostbarsten Vorrath von Steinkohlen verzehrt,

weiss er, durch Ableitung der atmosphärischen Luft, zu dämpfen; ja an andern Punkten, wo er es künstlich erregt, theils unmittelbar zur Auflockerung des Gesteins, theils mit Wasser verbunden als mechanisches Hülfsmittel zur Beförderung seiner kühnsten Plane zu benutzen. Durch diese beharrliche Aufmerksamkeit auf die folgsamen Kräfte der Natur und durch die unmittelbaren Fortschritte der Wissenschafts-Kultur ist die Bergbaukunst in neuern Zeiten zu einer solchen Vollkommenheit gelangt, dass sie fast immer, wo Naturkräfte zu überwinden sind, mehrere Hülfsmittel frühzeitig darbietet, von denen jedes, bald schneller bald langsamer, zur Erreichung des beabsichtigten Zweckes führt.

Die Vermehrung dieser Hülfsmittel ist aber nicht blos darum wichtig, weil sie ein Gewerbe befördert, welches unentbehrlichen Bedürfnissen abhilft, und mit dem Wohlstande einer arbeitsamen und nützlichen Menschenklasse verknüpft ist, sondern es ist dieselbe auch aus einem höhern und allgemeinem Gesichtspunkte zu betrachten. Je mannigfaltiger die Beziehungen sind, in welche der Mensch mit den Gegenständen um sich her tritt, je

mächtiger und vielseitiger er auf die belebte und unbelebte Natur einwirkt, desto mehr gewinnt unter verwickelten Verhältnissen seine intellectuelle Bildung. Instrumente und Maschinen sind besonders deshalb wichtig, weil sie entweder die Anwendung menschlicher Kräfte, welche nun auch auf andere Punkte gerichtet werden können, ganz ersparen; oder weil sie uns in den Stand setzen, Dinge zu unternehmen, welche (ohne jene Hülfsmittel) hätten ununternommen bleiben müssen. Jede mechanische Erfindung erweitert daher das Feld menschlicher Erkenntniss, nicht bloß durch das, was sie unmittelbar leistet, sondern zugleich durch den allgemeinen Einfluß, den sie auf den Umfang unserer ganzen Thätigkeit ausübt.

Diese Betrachtungen finden in der Geschichte des Bergbaus mannigfaltige Bestätigungen. Auch dieselbe Masse von Erz dem Boden abzugewinnen, mußten vor Jahrhunderten viele hundert Arme mehr beschäftigt seyn, als jetzt. Welche lebendige Kräfte erspart nicht ein einziges Kunstgezeug oder eine Dampf- und Wassersäulen-Maschine! Wie viele Bergleute mußten ehemals angestellt

seyn, um die gewonnenen Fossilien in kleine Körbe zu füllen, und sich diese einzeln den Schacht hinaus von Hand zu Hand zuzureichen. Die Erfindung von Laufkarren, Hunden und Pferdegöpeln hat ihre Anzahl über $\frac{4}{5}$ vermindert.

Wie viel schneller gehet das Auffahren mit Oertern, das Abteufen der Schächte, das Gewinnen der Erze, seitdem das Schiessen mit der Schlägel- und Eisenarbeit verbunden ist! Wenige Arbeiter leisten jetzt schneller mehr, als was ehemals viele langsam bewirkten. Die Vervollkommnung des technischen Betriebes hat daher nicht nur der Agrikultur und dem Kunstfleisse nützliche Arme wieder gegeben, sondern sie hat auch die Fortsetzung des Bergbaus da möglich gemacht, wo die steigenden Preise der Lebensmittel und des Arbeitslohns, sammt den Hindernissen (welche die grössere Landeskultur erzeugt) ihm längst den Untergang bereitet haben würden. Wir arbeiten mit jenen Hilfsmitteln, so paradox dieser Satz auch scheinen mag, verhältnissmässig wohlfeiler, als unsre Vorfahren *),

*) So z. B. wurde (eine Nachricht, die ich aus den alten auf der Plassenburg aufgefundenen Goldkronacher

und wir sind im Stande Gruben zu bearbeiten, deren Benutzung jenen versagt war. So tief auch die Alten (ich erinnere an die Gruben zu Röhrenbuchel in Tyrol) gebaut haben, so sehr sie es auch verstanden, Wasser abzuleiten, ja mit niedrigen Sätzen, sie selbst zu Tage zu heben, so war doch die Wiedergewältigung mancher ersoffenen weiterlängten Gruben (an die kein Stollen heranzubringen ist) unausführbar, und ein Bergbau wie der gegenwärtig zu Tarnowitz betriebene, so wie manches andre Unternehmen, welches unsern Zeitgenossen gelingt, blieb ihren Kräften unübersteigbar.

Akten gezogen) im Jahr 1595, das Steigerlohn auf der Fürstenzeche wöchentlich mit einem Gulden, sechs und einem halben Groschen bezahlt, das Schichtmeisterlohn kostete wöchentlich 1 Gulden 3 Groschen, das Häuerlohn 22 Gr. 6 Pfennige, und das der Knechte 11 Gr. 6 Pfennige. Ein Scheibenseil von 6 Lachter kostete 4 Gulden, 7 Groschen, 8 Pfennige. Ein halber Centner Bergeisen 1 Gulden, 10 Groschen 6 Pfennige; ein Centner Blei 4 Gulden. Im Jahre 1601 hatte ein Häuer wöchentlich 1 Gulden, 8 Pfennige, ein Knecht 5 Groschen, 6 Pfennige; der Obergescheher hatte auf der Fürstenzeche 600, und der Bergmeister 300 Gulden jährliche Besoldung.

Je anschaulicher demnach der Zusammenhang zwischen der technischen Vervollkommnung eines Gewerbes, oder der dadurch erzeugten Erweiterung menschlicher Wirksamkeit ist, desto mehr müssen wir uns angereizt fühlen, an jener Vervollkommnung zu arbeiten. Der Nutzen, den eine durchdachte Vorrichtung des Grubenbaus, sparsamer Haushalt, oder Beschleunigung des Geschäftsganges dem Bergbau gewährt, findet sich doch nur meist auf einen einzelnen Ort, oder einen kleinen Zeitraum beschränkt. Was aber der Mensch erfindet, wodurch der technische Betrieb vervollkommnet und beschleunigt wird, was Hindernisse überwindet und Menschenkräfte erspart, ist unabhängig von jenen Verhältnissen. Hemmen auch Gewohnheit und Vorurtheile anfangs die Verbreitung solcher Erfindungen, so siegt doch bald über beyde die Einsicht des Gewiſſnes, und unempfohlen geht allmählig in die allgemeine Praxis über, was man in der chemischen und mechanischen Werkstatt des Gelehrten kaum eines solchen Uebergangs fähig hielt.

Bey den Riesenschritten, welche in den neuern Zeiten alle mit der Bergbaukunde ver-

wandten Wissenschaften gethan, hätte man erwarten sollen, daß die Anzahl technischer Erfindungen sich mit jedem Jahre hätte anhäufen müssen. Dennoch ist diese Erwartung im Ganzen keinesweges befriedigend erfüllt worden. Aufbereitung und Maschinenwesen haben zwar wesentlich zugenommen. Die Amalgamation, eine Erfindung früherer Zeiten, ist vervollkommenet. Aber wie wenig hat die Chemie auf den Schmelzprozeß gewirkt! Was ist seit einem Jahrhundert zur Verbesserung des Gezähes, zur Beschleunigung der Gesteins-Arbeit, zur Vervollkommenung des Pulvers, oder der Grubenzimmerung geschehen? Das vortrefliche Baadersche Zwischenraumschiessen ist fast die einzige neuere Erfindung, welche sich unmittelbar auf die wichtige Häuerarbeit bezieht. Denn kleine Veränderungen (wie die Einführung von Schrämspiessen oder Meißelbohrern,) an Orten wo sie unbekannt waren, verdienen hier keine Erwähnung; weil dadurch nur längst erfundene Werkzeuge weiter verbreitet wurden. Im Ganzen sind wir sogar (eine Behauptung, in der erfahrene Bergleute mir beypflichten werden) in einer Art der Gesteinsarbeit, in der

mit Schlegel und Eisen, vielleicht zurückgekommen. Seit Einführung des Schießens hat gewifs oft kaum eine ganze Bergrevier so viele vorzügliche Häuer aufzuweisen, als (nach dem Zeugniß aller sorgsamem zugeführten Strecken- und Radstuben) im dreyzehnten und vierzehnten Jahrhunderte eine einzelne Grube.

Es liegt außer dem Zweck dieser Schrift, zu entwickeln, welche Hindernisse die Vervollkommnung des technischen Betriebes hemmen. Das Schießpulver war Jahrhunderte lang bekannt, ehe man darauf verfiel, es in den Gruben anzuwenden. Allerdings ist der Bergbau gegenwärtig den andern Beschäftigungen der Menschen näher gerückt, das Bedürfnis nach wissenschaftlicher Ausbildung ist überall erregt; aber diese Ausbildung selbst und eine gründliche, praktische Kenntniß von der Localität der Gruben-Arbeit begegnen sich so selten in einem unternehmenden Kopfe, daß man dem Mangel dieser Verbindung hauptsächlich jenes langsame Fortrücken beymessen darf. Nimmt man hierzu die Menge unausführbarer Entwürfe, welche (besonders bey dem Schmelz- und Maschinenwesen) vielversprechende Theoretiker dem Techni-

ker aufgedrängt haben, so darf man sich auch eben so wenig wundern, wenn dieser den Abänderungen in der Praxis minder geneigt ist, als wenn der oft betrogene Landwirth den Rath des Physikers verwirft. Eine solche Stimmung, ein solches Mißtrauen nun, welches sich von Generation zu Generationen fortpflanzt, ladet eben nicht ein, Dinge zu unternehmen, welche ohnediß manche Aufopferung erheischen. Zehen physikalische Instrumente werden eher vollendet, als man ein neues, noch so einfaches Werkzeug, in die Hände des gemeinen Praktikers bringt.

Bey der kleinen Erfindung, welche der Hauptgegenstand dieser Blätter ist, hat die Betrachtung dieser vielfältigen Hindernisse meinen Muth nicht niedergeschlagen. Durch meine bergmännischen Reisen in und außerhalb Deutschland, durch meine mehrjährige Lage als Ober-Bergmeister am fränkischen Fichtelgebürge, glaubte ich mich noch mehr, als andre Physiker, berufen, eine Anwendung der pneumatischen Chemie auf die Bergbaukunde zu wagen. Da es meine Pflicht war, zur Leitung und Beförderung des praktischen Betriebes, die Gruben selbst zu befahren, so

hatte ich dadurch Gelegenheit meine theoretischen Entwürfe nach den Lokal-Verhältnissen der Bergwerke abzuändern und was ich über Tage nur unvollkommen versucht hatte, gründlicher unter Tage zu prüfen. Ich erwähne diese individuellen Umstände ausdrücklich, weil mehrere Personen, denen diese Schrift in die Hände fällt, und denen mein Name unbekannt ist, sie günstiger aufnehmen und vorurtheilsfreyer beurtheilen werden, wenn sie die Art ihrer Entstehung kennen.

Unter den vielen Uebeln, gegen welche der praktische Bergbau zu kämpfen hat, schien mir eines der wichtigsten aus der Verbreitung nicht athemharer und lichterlöschender Luftarten zu entspringen.

Wenn man detaillirte Mortalitäts-Listen aus mehreren Theilen Europens hielte, so würde man finden, daß die Anzahl von Menschen, welche jährlich plötzlich durch böse Grubenwetter getödtet werden, nicht gering ist. Selbst auf Revieren, in denen die Natur und Reichhaltigkeit der Laagerstätte Vorrichtungen erlaubt, welche den frischesten Wetterwechsel erhalten, fallen solche Unglücksfälle, wenigstens alle zwey bis drey Jahre vor. Wie

viel größer und wichtiger ist aber nicht das Uebel, welches unreine Luftgemenge allmählig auf manchen Erz - Steinkohlen - Vitriol - und Alaunschiefer - Gruben hervorbringen! Wie vieler Menschen Gesundheit wird durch Störung des Respirations-Geschäfts langsam gestört! Knaben von blühendem Ansehen habe ich (z. B. in der Wunsiedler Bergwerks - Revier) mit fürchterlichen Knochenkrankheiten befallen gesehen, bey andern bringen die bösen Wetter Bleichsucht, Verhärtung der Drüsen, Paralyse der Extremitäten, herpetische Hautausschläge, oder frühzeitiges Asthma hervor. Die große Summe dieser Uebel ist darum bisher weniger öffentlich bemerkt worden, weil es mehr reisende Mineralogen als reisende Bergleute giebt, und weil die ersteren, also die schreibende Klasse sich selten um die physische Constitution des Bergvolks, oder um arme Krankenhäuser (welche dazu nur selten sind) bekümmern. Meist werden nur die sogenannten wichtigen, d. h. reichen Gruben befahren, und der kleinere, ärmlichere Bergbau, der einer großen Menschenzahl Unterhalt verschafft, und in dem kostspielige, den Wetterwechsel unterhaltende

Vorrichtungen unmöglich *) sind, wird keiner Aufmerksamkeit gewürdigt.

*) Ich sage ausdrücklich unmöglich, denn ohne die Vertheidigung krüppelicher Baue übernehmen zu wollen, so liegt es doch warlich nicht immer an der Unwissenheit des Bergvolks, oder derer, welche den Grubenbau vorrichten, wenn Wettermangel, oder Unbequemlichkeit der Förderung da bemerkt werden, wo beydem durch eine andere Richtung der Strecken, durch ein Heranbringen entfernter Feldörter hätte abgeholfen werden können. Man denke sich eine Eigenlöhnergrube, wie ich am Fichtelberge, am Westerwalde, in der oberen Pfalz und in den Ardennen so manche gesehen, eine Lagerstätte, auf der Eisensteine oder silberarmer Bleiglanz nur Nierenweise einbricht! Wo man beym Niederbringen des Schächtgens an einem Stosse eine Metallspur findet, wird mit Sitzortshöhe eingebrochen. Man fährt 1 bis 1½ Lachter söligh an; zieht sich das Erz in die Firste, so wird gestiegen, setzt es in einer andern Streichungslinie fort, so wendet man sich ihm nach. Daraus entsteht denn freylich etwas, was man kaum eine Feldstrecke nennen darf, und worin ein Mensch mit einer Unschlittlampe (sollte auch das Nebengestein oder die faulende Zimmerung von zerrissenen Thürstöcken nicht mitwirken) im Stande ist, matte Wetter zu erregen. Die Strossen wären freilich nachzureissen, um die Förderung zu erleichtern, Erweiterung der Strecke oder der Durchschlag mit einer entfernern würde freylich dem Wettermangel abhelfen, aber was soll

Welche Mittel bietet nun unsere bisherige Praxis gegen den nachtheiligen Einfluss böser Grubenwetter dar? Dem Wasser und Feuer wissen wir zu entrinnen — aber die Luft gehört zu den unbekämpften Elementen. Mit qualvoller Pein empfindet der gefühlvolle Mensch sein Unvermögen, oder vielmehr die Unvollkommenheit seiner Kunst, wenn er einen Verunglückten zu retten strebt. Zu welchen elenden und langsamen Mitteln wird da

die Unkosten dieser Vorrichtung ersetzen, wenn man in jeder Schicht befürchten muß, das dürftige Erztrumm zu verlieren! Manche dürftige Alaunschiefer- oder Steinkohlenflötze, die durch Strebbaue abgebaut werden, würden selten Wetter nöthig werden, wenn man einen weiten Strecken- und Pfeilerbau einführt. Wie hoch würde aber dann der Preis der gewonnenen Fossilien steigen? Kostbarkeit der Zimmerung zwingt den dürftigen Bergmann oft zur frühzeitigen Abwerfung der Strecken, wo der Reiche, der sich dafür durch die erleichterte Förderung hinlänglich entschädigt sieht, sie so lange offen halten wird, als der Wetterwechsel es erfordert. Von der richtigen Beurtheilung dieser Verhältnisse hängt der Wohlstand mancher Bergrevier ab, und wehe demselben, wenn ihre Vorsteher die ärmsten Eisenstein- oder Kupfererz-Gruben, wie einen reichen Silberbergbau behandeln!

geschritten, wo schnelle und wirksame Hülfe nöthig ist. Liegt der zu rettende in einem Gesenke oder im Vorgesümpfe eines Schachtes, so wagt es der Muthigste des Bergvolks vergebens, nachzufahren. Flüchtiges Alkali, ätherische Oehle, selbst gemeiner Essig, deren Geruch die hinsinkende Lebenskraft wieder erweckt, sind meist nicht vorhanden. Ein mit Wein und Wasser benetztes Tuch, welches dicht um Nase und Mund gebunden wird, ist daher das einzige Hülfsmittel, mit dem der nachfahrende Bergmann sich gegen die, ihn umgebende Gefahr zu schützen weis. Dieses Hülfsmittel ist aber selten wirksam. Das Nachfahren kann nur dann gelingen, wenn der Rettende von einer ungleich stärkeren Leibesconstitution, von ungleich größerer und daurenderer Muskelstärke, als der Scheintodte ist. Selbst der Einfluss dieser günstigen Verhältnisse wird durch die Beschleunigung des Athmens und die vermehrte Reizempfindlichkeit, welche beide die Gemüthsunruhe erzeugt, sehr gemindert. Gewöhnlich zwingt das Gefühl der abnehmenden Kräfte den Nachfolgenden bald zur Rückkehr. Wohl ihm, wenn das Gefühl ihn früh genug warnt,

denn oft traut er seiner Muskelstärke zu viel, die Betäubung nimmt zu, je länger er verweilt, und hat er nicht die Vorsicht gebraucht, sich in ein Seil hängen zu lassen, so stürzt er selbst in den Schacht hinab. Bisweilen glaubt man schneller zu retten, wenn der Nachfahrende sich gar nicht der Fahrt anvertraut, sondern sich entweder in einen Kübel stellt, oder auf den Knebel setzt. Diese Methode habe ich oft noch gefährlicher gefunden. Die Haspelknechte verstehen das Zeichen, welches jener zum Ausfahren giebt, entweder gar nicht, oder zu spät, und der Rettende wird erstickt, oder ebenfalls scheintodt herausgezogen. Ich weiß Fälle (und diese zeugen gewiss für den Edelmuth und die ausharrende Unerschrockenheit des deutschen Bergvolks) wo drey junge Häuer sich hintereinander ins Seil hängen ließen, ohnerachtet jeder seinen Vorgänger betäubt und ohnmächtig herausziehen sah. Jeder glaubt sich stark genug, den bösen Wettern Trotz zu bieten, aber das Nachfahren ohne Instrument und Hülfsmittel ist eben so oft vergeblich, als das Nachspringen derer, welche nicht schwimmen können, zur Rettung eines Ertrinkenden.

Während

Während dieser misslungenen Versuche pflegen gewöhnlich die Wetter sich so weit zu verbreiten, daß man Mühe hat, sich der Hängbank zu nähern. Nun schreitet man zum Wasser. Man gießt es Kübelweise in den Schacht, oder bindet lange Tannenreiser an Stricke und buscht damit, das heißt, man bewegt sie hefüg gegen das Hangende und Liegende, um nur dadurch das schnellere Ausgehen der irrespirablen Luftarten zu befördern. Dieses Mittel wirkt, wenn die Leichtigkeit der Grubenwetter oder die Beschaffenheit der Atmosphäre es nicht auffallend begünstigt, nur langsam; ein oder zwey Stunden (oft aber auch eben so viel Tage) vergehen, ehe der Schacht oder das Gesenke befahrbar, und der Verunglückte herauszuholen ist. Nach so langer Zeit ist denn freilich fast nie an eine Wiederbelebung zu denken. Der Zustand des Erstickten ist während der ersten Versuche des Nachfahrers oft schrecklicher, als ihn sich unsre Phantasie darstellt. War er betäubt von der Fahrt gestürzt, so ruft der Sturz selbst bisweilen die verlorne Besinnung zurück. Der Verunglückte bemerkt die vergeblichen Anstalten, die man zu seiner Rettung trifft,

und jeder neue Lampenschein, den er vom Gesenk wahrnimmt, spannt seine Erwartung, wie die Verlöschung sie niederschlägt. Im Alpengebirge in Oberbayern (in der Gegend des Kressenberges) wurde mir die Geschichte eines Bergmanns erzählt, der eine halbe Stunde lang ohnmächtig und röchelnd auf einer Strecke lag, dann als die Wetter sich von selbst verzogen, aus der Betäubung erwachte, ein paar Lachter fortkroch, wieder besinnungslos niederfiel, und nun nach einer vollen Stunde, da er bald zu kriechen versuchte, bald ohne Muskelkraft war, unter dem Schacht in frischere Wetter gelangte, von wo aus er Hülfe errufen konnte. Wenn man recht sorgfältig auf die Lage achtete, in welcher man Erstickte findet, so würde man sich überzeugen, daß ihr Tod nicht immer so sanft und plötzlich ist, als man uns zu überreden sucht.

Das traurige Bild, welches ich hier mit einzelnen Zügen entworfen, bieten (wie wohl seltener) auch andere Gewerbe, ausser dem Bergbau, dar. Beym Brunnen- und Keller-Graben, beymp Auspumpen unterirdischer Wasserleitungen und Abzugsgräben in volkreichen Städten, werden ebenfalls bisweilen Menschen

in schädlichen Dünsten erstickt. Gegen die Exhalationen der Kloake hat zwar die Chemie die Anwendung eines nützlichen Mittels (der gasartig entbundenen Kochsalzsäure) gelehrt — aber dies Mittel hat nur eine einseitige Bestimmung, und dient mehr dazu, Unglück zu verhüten, als den Erstickenden zu retten. In den mit Kohlensäurer Luft gefüllten Kellern wo Most oder Bier in Menge gährt, sind Menschen ähnlicher Gefahr, als in wetternöthigen Gruben ausgesetzt. In Ländern, wo die Bierbrauerey stark getrieben wird, erstickt mancher Brauknecht, den man zu spät an die reinere atmosphärische Luft bringen kann.

Bey Feuersgefahr vermifste man bisher nicht minder die Kenntnifs eines Mittels, vermöge dessen man sich sicher durch eine Schicht unathembarer Luft durchbewegen kann. Treppen und Gänge sind oft mit dickem Rauch angefüllt. Kinder sind hülflos in dem oberen Stockwerk, wichtige Papiere sollen gerettet werden. Die Mauern drohen noch nicht den Einsturz. Die Flammen selbst sind noch fern, aber wie soll der Rettende sich mitten durch die Rauchsäulen begeben und im finstern fin-

den, was selbst mit brennendem Geleuchte mühsam zu suchen ist?

Bisher hatte ich der Gefahren erwähnt, welchen die irrespirablen Luftgemenge das Leben und die Gesundheit der Menschen aussetzen. Diese Aeufserung ihres Einflusses ist allerdings die wichtigere, aber es giebt noch andere Rücksichten des Haushalts, welche ebenfalls die aufmerksamste Betrachtung verdienen, und da sie den technischen Betrieb hindern, mittelbar auf den Flor des Bergbaus und den Wohlstand des Bergvolks einwirken. Wenn beym Niederbringen eines Feld- oder Stollorts Wettermangel eintritt, so schreitet man, bey wohlverspindetem Tragewerke und Schachtscheidern oft vergebens zu den kostspieligsten Mitteln (Wetterlotten, Wetterbläsern) um einige Kubikzoll sauerstoffhaltige Luft zu Unterhaltung des Geleuchtes herbeyzuführen. Gesetzt, wie dies häufig der Fall ist, das Luftgemenge ist so beschaffen, daß Menschen Stundenlang darinn ausdauren, Lichter aber nicht fortbrennen können; so werden die Schichten im Finstern verfahren. Wie langsam und Gezähverderbend rückt nun nicht die Arbeit fort, da Schlegel und Eisen nicht

gehörig gebraucht, die Löcher nicht mit Vermeidung der Klüfte, und verhältnißmäßiger Brust angesetzt werden können! Wo man vorher in einer Woche vier bis fünf Lachter auffuhr, da werden jetzt im Finstern oft kaum zwey Lachter herausgeschlagen. Eben diese Nachtheile äußern sich schon da, wo in matten Wetter noch oben Lichter brennen, der Häuer aber fast ununterbrochen im Kampfe mit dem verlöschenden Geleuchte begriffen ist. Die Sorge für das letztere unterbricht dann die Gesteins-Arbeit. Das Licht wird schief gestellt, läuft ab, und verzehrt in einer Stunde so viel Talg (Unschlitt, Inselt) als bey frischem Wetterzuge für drey Stunden hinlänglich war. So wird Zeit, Kraft, Gezähe, Pulver und Geleuchte verschwendet, und blos der matten Wetter wegen steigen Schichtlöhne und Gedinge. Man gelangt nun später an den Ort der Bestimmung, und diese Versäumnis ist (wenn die Vorrichtung einer bequemeren Förderung, oder die Lösung vorliegender anderer Baue von dem Heranbringen der Strecke abhängt) meist sehr verderblich für den Grubenhaushalt. Man entschließt sich daher oft zur Treibung kostspieliger Gegenör-

ter, und zum Absinken von Lichtlöchern, die wiederum nicht selten eigene Maschinen zur Wasserhebung bedürfen. Mehrere tausend Thaler werden ausgegeben, um athembare und lichterhaltende Luft herbeyzuführen.

Noch mehr. Ein Gesenke oder ein Schacht steht voll matter Wetter, in denen ein Mensch zwar athmen, aber Lichter nicht brennen können. Der Kunstknecht soll liedern! Wie elend geht die Arbeit im Finstern! wie gefahrvoll ist oft das Hinfahren zu den Sätzen oder der Maschine! darf es dem Kunstknecht zum Vorwurf gereichen, wenn die Wasser aufgehen, da er im Finstern vollbringen muß, was bey hellerm Geleuchte mit aller Sorgfalt zu behandeln ist?

Derselbe Nachtheil, welcher die Lichterlöschende Kraft der Wetter für den technischen Betrieb des Bergbaus erzeugt, und von dem wir für uns einige vorläufige Beyspiele ausgehoben, erstreckt sich auch auf andere Beschäftigungen der Menschen. Ich erwähne hier nur desjenigen Metiers, welches nahe mit dem unsrigen verwandt ist, und auf welches ich bey meinen Versuchen besondere Rücksicht genommen habe: der kriegerischen Minirkunst.

Von dem Minirkriege hängt oft die Einnahme oder Vertheidigung einer ganzen Vestung ab, und ein Paar Camouflets oder Stükkugeln, durch welche die Contremineurs die Gallerie mit Rauch füllen, sind im Stande eine Arbeit zu unterbrechen, welche entscheidend für den Angriff war. Hätten wir Mittel in Händen, mitten in der Rauchsäule, oder in der verdorbenen Luft fortzuarbeiten, so dürfte jenes Hinderniß weniger gefürchtet werden. Ja! wie wichtig ist es nicht, eine Mine zu recognosciren, gleich wenn der Contrefourneau geworfen hat! Welche Nachrichten könnte nicht ein einzelner Mann geben, der mit einem nicht verlöschenden Geleuchte und einer bequemen Respirations-Maschine den noch verschonten Theil der Gallerie magistrale oder der rameaux durchführe. Bey dem jetzigen Zustande der Minirkunst bleibt nichts zu thun übrig als zu warten, bis der Dampf nach einem oder mehreren Tagen von selbst abzieht, und bis man den bewirkten Schaden dann (zu spät) untersuchen kann. Während dieser Zwischenzeit gewinnt der Feind Muße weiter vorzudringen.

Die Betrachtung aller dieser Hindernisse, welche die unathembaren Luftgemenge den

menschlichen Werken entgegensetzen, hat früh in mir den Wunsch erregt; etwas zu erfinden, wodurch der Mensch unabhängiger von jenem Einflusse würde. Die Erreichung dieses Zwecks schien mir um so wichtiger, weil dieselbe einen neuen und auffallenden Beweis geben konnte, wie wohlthätig die physikalischen und chemischen Wissenschaften für die Bedürfnisse des geselligen Lebens werden können. In einer Epoche, wo politische und moralische Verhältnisse in manchen Orten den Techniker von dem Theoretiker zu entfernen drohen, dürfte ein solches Beyspiel nicht unwirksam seyn. Der Ruhm der Wissenschaften hängt freylich keinesweges von ihrer sogenannten äussern Nützlichkeit ab. Wo dieser Gesichtspunkt gefasst ist, wo man den Werth jeder wissenschaftlichen Untersuchung darnach bestimmt, ob sie einen nähern oder entfernten Einfluss auf die Gewerbe der Menschen habe, da wird nichts gedeihen, was groß und wichtig für die Nachwelt werden kann. So wenig ich daher auch denen zu gefallen strebe, welche den innern Zweck der Wissenschaften den äussern unterordnen, und z. B. diese Schrift über Rettung der Erstikten einer algebraischen

Arbeit vorziehen, ohne zu bedenken, daß die letztere (wenn sie z. B. die Längenbestimmung erleichtert und berichtigt) für die Erhaltung vieler Tausende von Seefahrern, die sie besser gefährliche Küsten zu vermeiden in Stand setzt, wichtig seyn kann; so wenig sage ich, jenen verderblichen Vorurtheilen gefröhnt werden soll: eben so wenig erkenne ich den Beruf derer, deren Thätigkeit nach aussen gerichtet ist, alles zu versuchen, was die Wissenschaften zur Vervollkommnung der technischen Gewerbe darbieten können.

Diese Versuche erhalten ein noch höheres und lebhafteres Interesse, wenn sie, wie die hier über die tödtlichen Gasarten gelieferten, einen unmittelbareren Bezug auf das Leben und die Gesundheit einer arbeitsamen Menschenklasse haben. Erstaunen muß man in der That, wenn man bedenkt, daß man so lange von physischen Uebeln gelitten hat, ohne auch nur einmal ernsthaft die Möglichkeit zu prüfen, sich dagegen zu waffnen. Wie viele Physiker sind beschäftigt gewesen, die Werkzeuge, durch welche die Schwere oder Temperatur des Luftkreises gemessen wird, zu vervielfältigen; wie viele Bergleute, die

Gestalt einer Tonne, eines Hundes oder eines Schiebewerks zu verändern — und über die Rettung der Ersticken, über das Brennen der Lichter in Lichtverlöschenden Wettern, bietet die Geschichte der Erfindungen kaum einen mißlungenen Versuch dar! So gering daher auch die Meinung ist, welche ich von dem innern Werthe meines Vorschlags, als einer mechanischen Erfindung, habe, so gewiß ich bin, daß jeder andere, der zu gleicher Zeit mit mir dasselbe Problem mit demselben Eifer angegriffen hätte, eben das zu Stande gebracht haben würde, was ich gegenwärtig dem Publikum vorlege — so habe ich eine desto höhere Meinung von der Wichtigkeit des Gegenstandes selbst. Ich bin überzeugt, daß wenn mehrere erfahrene und kenntnißreiche Männer sich dahin vereinigen, meine unvollkommne Idee zu berichtigen, und Versuche, die freylich oft gefahrvoll sind, zu vervielfältigen, daß alsdann der Gewinn dieser Arbeit größer seyn wird, als selbst die gespannteste Erwartung uns jetzt zu hoffen berechtigt. Sollten neuere Erfahrungen auch die gänzliche Umänderung der von mir gebrauchten Werkzeuge verlangen, sollte ein großer Theil meiner Vorschlä-

ge (wie ich, der Praxis so nahe, nicht fürchte) auch unausführbar befunden werden, so wird mir die Freude bleiben, die Aufmerksamkeit denkender Menschen auf eine für das bürgerliche Leben so wichtige Untersuchung geleitet zu haben. Diese Freude allein schon wird mich für alle physischen Aufopferungen belohnen, welche ich einem mir lange so sehr am Herzen liegenden Gegenstande gebracht habe.

Der Vortrag dieser kleinen Schrift wird sehr natürlich denselben Gang befolgen, auf welchem ich bey den Versuchen selbst geschritten bin. Um neue Hülfsmittel gegen den nachtheiligen Einfluß einer Sache aufzufinden, oder ältere richtig zu beurtheilen, muß man mit der Beschaffenheit des Uebels selbst genau bekannt seyn. So wie ich mich daher selbst zuerst bemüht habe, mir eine richtige Vorstellung vor der chemischen Mischung der Grubenwetter und ihrem Einfluß auf den menschlichen Körper zu verschaffen, so wird auch das Resultat dieser Bemühungen den ersten Theil der folgenden Abhandlung ausmachen. In der Flora Fribergensis habe ich die unterirdische Vegetation und ihre physiologischen Verhältnisse beschrieben, hier

behandle ich die Hauptmomente der unterirdischen Meteorologie. Dieses letztere Feld habe ich noch unbearbeiteter als das erstere gefunden. Was bisher von den Grubenwettern geschrieben worden ist, bezieht sich meist nur auf die dynamisch behandelte Theorie des Wetterwechsels, oder auf die Beschreibung einzelner Wettermaschinen. Wo die Verfasser sich hier und da auf chemische Betrachtungen einlassen, gründen sie sich nie auf wesentliche Versuche, (Zerlegungen) sondern nur auf sehr trügliche Analogien mit den reinen Gasarten, welche wir künstlich in den Laboratorien hervorbringen. Selbst indem ich dies schreibe, ist mir kein Chemist, ausser meinem vortreflichen thätigen Freunde, Herrn Lampadius, bekannt, welcher gleichzeitig mit mir über die Mischung unterirdischer Luftgemenge arbeitete. So reich auch Deutschland an berühmten Scheidekünstlern ist, so sind doch wenige den Gruben so nahe, um frisch-gesammelte Wetter zerlegen zu können. Auch giebt es viele Verhältnisse, die unter Tage an dem Entstehungsorte selbst beobachtet werden müssen. Unter solchen Verhältnissen muß man sich nicht wundern, wenn wir über

einen so interessanten Gegenstand noch heute nicht viel mehr bestimmtes, als zu Balthasar Röslers Zeiten wissen.

Was ich hier vortrage, ist daher (mit Ausnahme weniger Punkte) aus eigener Beobachtung geschöpft. Es darf nur als Skizze, als Entwurf zu einem größern Werke betrachtet werden, welches durch Zusammenwirken mehrerer Physiker zu Stande gebracht werden kann.

So klein auch der Raum ist, auf den die unterirdischen Meteore beschränkt sind, so erscheinen sie bei genauer Untersuchung doch nicht minder mannigfaltig als die Meteore der Wolkenregion. Die Zusammensetzung des äußern Luftkreises ist ziemlich gleichförmig auf der ganzen Oberfläche der Erde. Wo er aber in das Innere des Erdkörpers eindringt, verändert er mannigfaltig seine Mischung. Jede unterirdische Schicht bietet eigene Erscheinungen dar, und ohne die Hindernisse zu betrachten, welche das Lokale den Beobachtungen entgegensetzt, würde das Leben eines einzelnen Menschen doch zu kurz seyn, um irgend etwas Vollständiges über die Grubenwetter zu liefern. Dazu sind diejenigen

Punkte, an denen noch gegenwärtig gearbeitet wird, und in denen man für den frischen Luftwechsel sorgt, nicht die, welche dem Untersuchungsgeist die reichste Erndte versprechen. Abgeworfene Stollflügel und Strecken, alte krüppeliche Firsten und Gesenke erzeugen ungestört die merkwürdigsten Luftgemenge, aber wie selten bietet sich die Gelegenheit dar, diese zu besuchen! Schwer ist es, ortkundige Bergleute aufzufinden, welche sich zu solchen Befahrungen bereden lassen! Wenn die Lichter verlöschen, wird man gegen seinen Willen zur Rückkehr gezwungen. Wer diese Verhältnisse in Erwägung zieht, wird die folgenden Blätter mit schonender Nachsicht betrachten. Diejenigen Personen in deren Nähe ich gelebt, werden bezeugen, daß ich keine Anstrengung oder Gefahr gescheuet, um mich über einen Gegenstand zu unterrichten, den ich seit vier Jahren so ernsthaft verfolgt habe. Dennoch bin ich mir bewußt, nur einzelne Fragmente liefern zu können. Da mein Beruf es forderte, bei Befahrung der Gruben mein Augenmerk auf die Vorrichtung der Baue zu heften, so ging manche Beobachtung verloren, die ich, wäre ich immer mit meinen Me-

teorologischen Apparaten ausgerüstet gewesen, sehr vollständig hätte anstellen können.

Von der Entwicklung meiner Ideen über die Mischung, Entstehung und Vorbereitung der Grubenwetter, gehe ich auf die Mittel über, durch welche ihr Nachtheil gemindert werden kann. In diesem praktischen Theile werde ich ebenfalls alles übergehen, was von andern vor mir bereits vorgetragen ist. Desto länger werde ich bey der Zusammensetzung meines Lichterhalters (oder der Rettungslampe) und des Respirationsrohres verweilen. Die kurze Anzeige, welche ich darüber in Crelles chemischen Annalen einrücken liefs, ist so schnell durch viele Journale und Zeitungen verbreitet worden, dafs ich mit der umständlichen Beschreibung des Apparats wohl ein Bedürfnifs des Bergmännischen und physikalischen Publikums zu befriedigen hoffen darf. Da nun schon über zwey Jahre verflossen sind, seitdem ich diese Werkzeuge zu Stande gebracht habe, und die Rettungslampe bereits in beträchtlicher Anzahl versandt worden ist, so habe ich die Freude, meinen eigenen Versuchen auch die an andern Orten, und ohne meine Mitwirkung angestellten beyfügen zu

können. Diesem Umstande verdanke ich es, selbst ein richtigeres Urtheil über die Unvollkommenheit meiner Vorschläge fällen zu können — ein Urtheil, welches bey übereilter Bekanntmachung dieser Schrift leicht einseitig und partheyisch ausgefallen wäre.

I.

Lokalverhältnisse der unterirdischen Luftmenge, welche in den natürlichen gröfseren und kleineren Hölungen eingeschlossen sind. — Verschiedenheit dieser Hölungen nach der Verschiednnheit der Gebirgsarten. — Den Bestandtheilen der Fossilien selbst beigemengte Gasarten.

Die Luftmenge, welche der Gegenstand einer unterirdischen Meteorologie sind, kommen im Innern der Erde unter verschiedenen Lokalverhältnissen vor. Einige stehen in keiner Verbindung mit dem äufseren Luftkreise, andere haben Gemeinschaft mit demselben, und sind nur als seine tiefesten Schichten zu betrachten. Von der Lage der erstern ist uns nur wenig bekannt, doch ist ihre Existenz durch einzelne Erfahrungen hinlänglich erwiesen. Auf Erzführenden Lagerstätten wird bisweilen eine ganze Strecke mit schlammigen Wettern ausgefüllt, wenn eine weite

Druse geöffnet wird. Auf einem Braun-Eisen-Stein-Flöz (denn auch diese sind oft drusig) wurde in einem Firstenbau durch einen Schuss eine Kluft entblößt, und von diesem Moment an konnte ich mich mit keinem Lichte mehr nähern. Diese Wetter standen vorher in keiner Verbindung mit der äufsern Atmosphäre! Aehnliche Erscheinungen zeigen sich (wiewohl seltener) wenn man in Gips oder Kalkstein auf Hölen (Schlotten) trifft, die durch einen Stollflügel angefahren werden. Auch hier treten Luftarten in Berührung, welche vorher von einander getrennt waren. Wenn aber in den Hölen keine Ursach zur Luftverderbung vorhanden ist, so bleibt diese Vermischung ohne merklichen Einfluss auf die Respiration der Menschen und das Brennen der Lichte. Dazu sind die meisten Flözgebirge so zerklüftet, dass die durchströmenden Wasser längst eine Luftkommunikation eröffnet haben, wo man dieselbe auf den ersten Anblick für unmöglich hält. Wichtig wäre es indess immer für die Meteorologie, wenn ein Physiker in dem Augenblick, wenn grofse Drusen (wie z. B. die berufene in der Butzenwacke zu Joachimsthal) oder Höhlen eröffnet werden, die darin ein-

geschlossene Luft sogleich rein sammeln und zerlegen könnte. Mir hat der Zufall diese glückliche Gelegenheit nie dargeboten.

Wenn uns aber die Erfahrung, auch nur mit wenigen, durch Natur oder Kunst geöffneten Hölen bekannt macht, so dürfen wir, sicheren Analogien folgend, eine desto grössere Menge derselben vermuthen. Maskelyne's Pendelversuche und andere kosmische Betrachtungen erlauben uns freylich nicht, den Kern des Erdkörpers nach Franklin's Phantasien für hohl anzunehmen. Es ist vielmehr entschieden, daß er aus einer Masse besteht, welche an Dichtigkeit das dichteste unserer Metalle weit übertrifft. Aber wie viele und grofse Weitungen können nicht in der äufsern Rinde zerstreut seyn, welche zwar zu gering sind, um die örtliche Gravitation bemerkbar zu modificiren, aber wichtig genug, um viele tausend Kubikfufs gasförmiger Stoffe in sich zu fassen! Die Betrachtung derselben mufs uns schon deshalb interessiren, weil sie uns mitten in der trägen, todten Masse ein Bild des Lebens darstellt. Wo in dem Innern der Erde das Gestein eine Klufft oder Höle bildet, da zeigen sich gleich die ersten Keime der Vegetation.

Die feuchten Wände werden mit einer organischen Kruste bedeckt. *Byssus membranacea* von blendender Weisse, *Usneae* (*Lichenes filamentosi*) und Schwämme von mannigfaltiger Bildung beleben die finstere Einöde. Als man die Rosenmüllershöle bey Muggendorf in Franken aufbrach, fand ich in dem entferntesten Ende derselben, wo nie eine Spur von Dammerde oder faulenden Holzfasern die Vegetation hervorgelockt haben konnte, die spiegelglatten Stalaktitenwände mit einer eigenen Flechtenart *) berankt. Dieselbe Erscheinung würde überall beobachtet werden, wenn man aufmerksam auf solche Gegenstände wäre, und wenn die durch die Eröffnung veränderte Luftschichten jenen zarten Gewächsen nicht bald den Untergang brächten. Ja nicht Pflanzen allein, auch Thiere bewohnen das Innere der Erdrinde. *Byssus radiciformis*, *B. membranacea*, *Boletus turritus*, *id. fodinalis*, *Agaricus acephalus* und andre von mir beschriebene unterirdische Schwammgattungen, dienen eigenen Wurm und Insekten-Familien (besonders *Dermestesarten*) zur Nahrung. Mit der Exi-

*) *Lichen Tophiocola filamentosus*, cinereus, ramis coadunatis.

stanz unterirdischer Weitungen und eingeschlossener Luftgemenge ist daher auch die einer verborgenen Thier- und Pflanzenwelt verknüpft.

Wenn wir die Gebirgs-Arten nach ihrer Altersfolge betrachten, so finden wir, daß beyde, die älteren sowohl als die später entstandenen, gasförmige Stoffe in sich schliessen. Zwar sind im Granit, Gneis, Glimmer-Thon- und Hornblendeschiefer selbst noch nie Hölen entdeckt worden. Aber desto häufiger treffen wir in diesen uranfänglichen Gebirgsarten auf drusige Stellen. Gerade der älteste Granit, der auf dem höchsten Alpengebirge hervorkommt, enthält die sogenannten natürlichen Krystallgruben, — Drusen von ungeheurer Gröfse — welche bald auf dem Schaarkreuz mehrerer schmaler Trümmer, bald mitten in dem undurchtrümmerten Quergestein gebildet sind. Am Fränkischen Fichtelgebirge sieht man, daß der Gneis dieselbe Erscheinung darbietet, und da jene Weitungen in so tiefen Punkten sich zeigen, so kann ihr Daseyn auch tief im Innern der Erdrinde vermuthet werden. Glimmer- und Hornblendeschiefer, so oft sie auch erzführend sind, gestatten mindere Oefnungen.

Ihre Gänge sind meist angewachsen, dicht ausgefüllt und Drusen-leer. Desto klüftiger sind die fremdartigen Lagerstätte des Thonschiefers. Selbst die schmalen Quarzlager, welche (z. B. bey Lehsten und Wurzach am Thüringer Walde) in dieser Gebirgsart vorkommen, bilden langgedehnte Drusen, die häufig mit Schwefelkieswürfeln ausgefüllt sind.

Aber alle bisher genannten Weitungen gehören nicht dem Quergestein selbst an. Hölen in diesem finden sich nur in der Kalkstein-Gips- und Sandsteinformation, und zwar hauptsächlich in der erstern. Der körnige, im Glimmerschiefer liegende Kalkstein hat sie ebenfalls, sowohl als der neuere Uebergangskalkstein, welcher zur Grauwacke gehört. Für das erstere zeugen die Inseln im Aegeischen Meere, wie das Kützelloch bey Kauffungen, oder die Brüche von Seitendorff in Schlesien; für das letztere die Harzergegend um Blankenburg und Scharzfeld, und vielleicht auch die Klüterhöle im Westphälischen Sauerlande. Noch hölenreicher sind die späteren Flözkalksteine, welche mit Gips oder Sandstein regelmäfsig geschichtet, einen grossen Theil der alten Welt bedecken,

der Zechstein (zwischen dem alten Sandstein und alten Gips) und die ausgebreitete Formation, welche zwischen dem alten Gips und neueren Sandstein liegt, und welchen ich vorläufig mit dem Nahmen Jura-Kalkstein bezeichne. Der Zechstein bildet nicht bloß da Hölen, wo er in tiefen Punkten ansteht, (wie in Mähren) nein auch da, wo er sich als Alpenkalkstein (wie in der Schweiz, Tyrol und Oberbayern) über tausend Lachter hoch erhebt, und wo in den zahllosen Mergelschichten *), die ihn trennen, das Phänomen des Kupferschieferflözes unverkennbar vervielfältigt ist. Eben so der Jura-Kalkstein, den ich an beyden Abhängen der hohen europäischen Gebirgskette wiederfinde, bey Pappenheim, Solothurn, Bialykosciol und Oicow (in den Karpathen) wie bey Gibraltar, Verona, in Dalmatien, Nordafrika und Palästina. Ihm sind unterirdische Flüsse und Knochenhölen besonders eigen, wovon

*) Diese Mergelschichten (besonders die in Oberbayern) haben mich im Herbst 1793 zuerst auf Erkennung der Identität des Thüringer Zechsteins und hohen Alpenkalksteins geleitet.

die letzteren Luftmischungen erzeugen, die in andern Gebirgsarten vergeblich gesucht wurden. Seine weite Verbreitung und seine Porosität *) (er zeigt deutliche Uebergänge von mikroskopisch kleinen, bis zu vielen Lachterlangen Oeffnungen) machen, dafs er eine überaus grofse Masse gasförmiger Stoffe einschliesst. Minder ist dies der Fall bey der allerneuesten Kalksteinsformation **) über

*) Diese Porosität zeigt der Jura-Kalkstein nur in einzelnen Gebirgszügen, (wie bey Trommersdorff, Sanspareil, Rabeneck und Streitberg in Franken.) Im ganzen zeichnet er sich oryktognostisch durch seinen ebenen, bisweilen flachmuschligen Bruch, und seine Homogeneität der Masse aus. Er ist starkklingend. Volney hat ihn vortreflich gekannt. Reise nach Syrien Th. I. Seite 232.

**) Des hölenreichen Derbyshirer Kalksteins würde ich gern erwähnen, wenn ich über das Alter dieser erzführenden Kalkformation zu entscheiden wagte. Gehört sie zum Uebergangskalkstein, wie Herr Werner aus der Natur des Ueberganstrapps (*Toad Stone*) vermuthet, oder zum Zechstein, oder zum Jura-Kalkstein? Ich habe die Hölen bey Castletown und Buxton zu einer Zeit befahren (1790) wo man in Deutschland selbst über die Lagerung mancher Gebirgsarten, besonders der Flöze, minder bestimmte Begriffe hatte, als jetzt.

dem neuen Gypse. Die geringe Mächtigkeit derselben hat in ihr nur selten die Bildung weiter Hölen gestattet, von denen desto häufiger sich im obern und untern Gypse und im neuen Sandsteine finden. Das Mansfelder Flözgebirge, die Teufelslöcher bey Jena, die Nebraer Steinbrüche, die Heuscheuer in der Grafschaft Glatz, und viele andere Gegenden, in den Ardennen und dem östlichen Frankreich, liefern die Beweise dafür.

Größere Weitungen und Hölen als alle genannten uranfänglichen und Flözgebirgsarten enthalten die Vulkanischen Gebirge. Die Fortpflanzung des Erdbebens, die Einsenkungen die es veranlaßt, die beträchtlichen Hügel, welche die Vulkane hervorschieben, die Schlünde, die sich oft an ihren Seiten eröffnen, alles dies berechtigt uns zu jener Vermuthung. Ob diese Hölen primitif *) sind,

*) Wenn man die Hölen geognostisch untersucht, so findet man bald, daß sie einen sehr verschiedenen Ursprung haben. Einige von zwei Seiten geöffnete (Muggendorfer Höle, der hohle Berg) scheinen durch den Stoß eines von außen her durchbrechenden Wassers, andere (Rosenmüllers Höle, Eldenhole in Derbyshire) gangartig durch Spaltung; andere

d. h. ob sie durch die Entbindung des Wärmestoffs bey Erhärtung der Steinmasse entstanden sind, oder ob sie ihr Daseyn der Ausgährung

durch den Abfluß sich im Innern anhäufender Wasser (Oswaldshöle, Sowia-Jama bey Trschemienshiz in Polen, Pools-Hole bey Bucton) und auch andere durch Entbindung elastischer Flüssigkeiten entstanden zu seyn. Zu der vorletzten Art zähle ich alle die aus denen unterirdischen Flüssen hervorkommen und deren, wenn man den Geschieben trauen darf, ehemahls mehrere seyn mußten, zu der letzteren Art, die welche sich (wie die Gailenreuter-Höle) als kesselförmige, fast senkrechte Schächte (*entonnoirs*) zeigen. Bey den meisten Hölen haben gewiß viele Ursachen gleichzeitig gewirkt. Wenn ich der primitiven Porosität und der Entbindung elastischer Flüssigkeiten erwähne, so beziehe ich mich dabey keinesweges auf die partiellen Wirkungen entweichender Kohlensäure, sondern auf das allgemeine von der Niederschlagstheorie unzertrennliche Phänomen aufblähender Wasserdämpfe. Wo Gebirgsarten erhärten mußte Wärmestoff entbunden werden, diese Entbindung erzeugt, wenn die Erhärtung ungleich, z. B. von aussen schneller als von innen war, Löcher und Hölen; durch sie wurde die noch übrige Auflösung erwärmt, und neue Verdampfung erregt. Der zweyte Niederschlag ward also eine unmittelbare Wirkung des vorhergehenden. Weitläufiger habe ich diese Ideen in einer eignen Abhandlung in des Fr. v. Molls Jahrbüchern entwickelt.

brennbarer Substanzen verdanken, (wie in dem kleinern Phänomen der Erdbrände) davon gehört die Entscheidung nicht an diesen Ort. Wahrscheinlich ist es indess, daß der plötzliche Durchbruch eingeschlossener Gasarten wichtige Revolutionen hervorbringt, und (eine Bemerkung des Herrn Abilgaard) daß die Mündungen der Vulkane selbst zu gewissen Zeiten atmosphärische Luft einsaugen, und dadurch ihre Oxydations-Prozesse unterhalten. Leider ist über diesen wichtigen Gegenstand noch so wenig beobachtet und experimentirt worden, daß wir diesen Theil der unterirdischen Meteorologie hier ganz unberührt lassen müssen. Ausser den Luftarten, welche in Hölen oder in unausgefüllten Klüften und Zellen des Gesteins (wie im blasigen Basalt, Mandelstein, Grünstein und verwittertem Porphyr) eingeschlossen sind, finden sich auch gasförmige Stoffe den Bestandtheilen der dichtesten und homogenesten Fossilien eingemengt. Da nemlich kein Körper den Raum, in dem er enthalten ist, vollkommen mit undurchdringlicher Materie ausfüllt, so sind seine kleinsten Zwischenräume geschickt, Luft aufzunehmen. Von dem Daseyn dieser Luft

überzeugen uns einfache Erfahrungen. Wenn man Fossilien unter eine mit Wasser gefüllte Glocke setzt, so zeigen sie sich bald mit einer großen Menge Luftblasen bedeckt. Ein Theil derselben entbindet sich zwar aus dem Wasser, in dem er mechanisch enthalten war, selbst. Seine Entbindung ist eine Folge der Gravitation, d. h. der Anziehung, welche die Masse des Eingesenkten Körpers gegen die in den Zwischenräumen des Wassers eingemengte Luft ausübt. Siegelack, Glasscheiben und seidene Fäden werden aus eben dem Grunde mit Luftbläschen bedeckt, aus dem Kristalle sich an die Seitenwände der Gefäße ansetzen. Aber ich wiederhole es, nur ein kleiner Theil der Luft, welche man aus den untergetauchten Fossilien aufsteigen sieht, gehört dem Medium zu, in dem sie sich befinden. Der größere war wirklich in den Zwischenräumen enthalten. Dies beweisen mehrere Experimente, die ich angestellt. Ich habe fast gleichviel Blasen aufgefangen, wenn ich ein Stück Kalkstein in destillirtes oder Luftvolles Wasser legte. Freilich ist das erstere nie so luftleer, als man sich gewöhnlich überredet. Es enthielt nur Zwischenräume in denen die Luft verdünnt ist,

und die (gleich denen des ausgekochten Quecksilbers) die äufsere Luft allmählig verschlucken; aber der grofse Unterschied der Oxydation, welche ich beym Zugiefsen der schwefelgesäuerten Eisen - Auflösung *) im destillirten und luftvollen (unausgekochten)

*) Die Luft zu untersuchen, welche in den Wassern mechanisch enthalten ist, (eine Untersuchung, deren physiologisch - diätetischen Nutzen ich im zweyten Bande meiner Schrift über die gereizte Muskel- und Nervenfasern gezeigt habe) kenne ich gegenwärtig vier Mittel, von denen indess keines ohne Schwierigkeit in der Praxi ist. 1) Man läfst das zu prüfende Wasser unter einer ganz damit angefüllten Glocke, die in eine mit Wasser gefüllte blecherne Schüssel gestürzt ist, sieden. Die Glocke mufs sehr fest gebunden seyn, damit die elastischen Wasserdämpfe sie nicht umstossen. Es entsteht ein schneller leerer Raum in derselben. Nach dem Erkälten füllt sich dieser wieder aus, aber die Luft, welche aus den Zwischenräumen ausgetreten unter die Dämpfe gemengt war, bleibt unverschluckt in Blasen zurück. Diese Methode hat mich Herr von Jacquin gelehrt. 2) Man hängt Glasstücke oder Hanffäden im Sonnenlicht in das zu prüfende Wasser. Die Luft setzt sich an diese Fäden an, und die Bläschen vereinigen sich durch Stofs. In zwey bis drey Stunden habe ich oft ein viertel bis einen halben Kub. Zoll Luft, also freylich nur wenig (doch für das Fontana'sche, oder Phosphor-Eudiometer hinlänglich)

Wasser bemerkt, zeigte doch, dafs das erstere immer noch weniger Luft in seinen Zwischenräumen, als das letztere enthielt. Dazu sieht man deutlich, dafs die Luftblasen sich in ge-

bekommen. Dies sind zwey Methoden, welche die zu prüfende Luft rein absondern. Die folgenden schaffen diese Vortheile nicht. 3) Man tröpfelt Eisenvitriol-Auflösung in die zu prüfenden Wasser. Es entsteht ein vollkommener sich niederschlagender Eisenkalk, den man abscheidet und wiegt. Auf diesem Wege hat Herr Hassenfratz sehr sauber die Luft im Schnee- und Quellwasser verglichen. Die Unterschiede der Fällung sind allerdings beträchtlich, doch muß man immer für die ebenfalls zersetzenden alkalischen Bestandtheile etwas abrechnen. 4) Man füllt die Fontana'sche Eudiometer-Röhre in den zu prüfenden Wassern, und stellt in diesem und destillirtem Wasser Versuche mit einerley Salpeter und atmosphärischer Luft an. Dieser Methode habe ich mich oft mit Vortheil bedient, sie giebt ziemlich zuverlässige Verhältnisszahlen. Während des Schüttelns wirkt ein Theil des Salpetergas auf das Wasser selbst und zersetzt es, indem salpetersaures Ammoniak gebildet wird. Ein anderer Theil des Salpetergas sättigt sich mit der in den Zwischenräumen des Wassers enthaltenen, bald reineren bald unreineren Luft. Wie dabey aus dem Brunnenwasser Kohlensäure entbunden wird, habe ich in dem *Mémoire sur le gas nitreux et ses combinaisons avec l'oxygene* §. 19. entwickelt.

ringerer Menge an den senkrecht stehenden Seitenflächen der Fossilien, als auf den horizontalen erzeugen. Ohngeachtet nach hydrostatischen Gesetzen das Wasser nach allen Richtungen drückt, so kann die Luft doch nur da austreten, wo die Poren des Gesteins und die Lage ihrer Mündungen es gestatten. Den stringentesten Beweis endlich, daß jene Gasarten nicht den Zwischenräumen des Wassers entlockt werden, glaube ich darin gefunden zu haben, daß manche Fossilien schon in 12 bis 16 Stunden so erschöpft ausgepumpt sind, daß den älteren Bläschen keine neueren mehr folgen. Bringt man dann dieselben Fossilien, doch ohne daß sie von neuem die Atmosphäre berühren, in ein Glas mit luftvollem Quellwasser, so geben sie dennoch keine Luft mehr, wie sie thun sollten, wenn die Erschöpfung oder der Luftmangel dem Wasser und nicht dem Gestein zugeschrieben werden müßte. Auch bemerkt man, wenn man die Luft untersucht, welche in den Zwischenräumen mehrerer Arten Quellwasser enthalten sind, beträchtliche Unterschiede. So war die im Brunnen des kaiserlichen Laboratoriums zu Wien (welche ich mit Herrn von Jacquin untersucht

habe) zu $\frac{20}{100}$ Sauerstoff. Andere habe ich zu 0,14. bis 0,21. gefunden. In Regenwasser steigt der Sauerstoffgehalt oft bis 0,34. Aber Fossilen in alle diese verschiedenen Wasserarten gesenkt, geben Gasarten, die in Fontana's Eudiometer kaum um 1 bis 2,5. Grad variiren, eine Uebereinstimmung, die nicht beobachtet werden könnte, wenn das entwickelte Gas dem Wasser entlockt worden wäre.

Einige Stücke dichten Kalksteins von ohngefähr 18 Kubikzoll wurden unter eine Glocke mit Wasser gebracht. In 27 Stunden entwickelten sich bey einer Temperatur von 11° R. genau 0,25 Kubikzoll Luft. Mit Kalkwasser und ätzenden flüssigen Ammomiak theils geschüttelt, theils in stundenlanger Berührung gebracht, zeigt sich keine Absorption. Kohlensäure war also nicht darin vorhanden.

Als 20 Theile dieser Luft in Fontana's Eudiometer mit 100 Theilen Salpetergas geschüttelt wurden, blieben 106 Theile; da nun 20 Theile atmosphärischer Luft mit 100 Theilen Gas nach dem Schütteln nur 95 Theile zurückliefsen, so verhielt sich der Sauerstoffgehalt der im Kalkstein eingeschlossenen Luft zu dem Sauer-

Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft
= 106:95, das heisst (weil die atmosphärische
Luft 0,27 Oxygen war) die eingeschlossene
Luft enthielt 0,24 Oxygen. Frühere Versuche
mit neuem Sandstein (dem porösen, der in
einem grossen Theil des nördlichen Europa's
über dem Gypse liegt) geben ähnliche Resul-
tate. Aus 9 bis 10 Kubikzoll Sandstein erhielt
ich in destillirtem Wasser

0,7 Kubikzoll Luft, welche aus
0,19 Sauerstoff, und
0,81 Stickstoff

bestanden. Die atmosphärische Luft, mit
welcher das Fossil mehrere Tage vorher in
Berührung gestanden, zeigte sich in Fontana's
Eudiometer zu 1,04 und 1,06, das ist ohnge-
fähr zu 0,27 und 0,26 Lebensluft. Warum
enthielt nun die Luft, welche in den Zwischen-
räumen des Sand- und Kalksteins gefunden
ward, 0,08 bis 0,09 Sauerstoff weniger, als der
Dunstkreis, in welchen sie eingetaucht sind?
Bringen die erdigen Grundstoffe, wie es
von den metallischen fast erwiesen ist, in den
sie umgebenden Luftschichten chemische Ver-
änderungen hervor; oder findet gar keine Com-
munication zwischen der Luft im Innern einer

Steinschicht und der äußern Atmosphäre statt, und verschafft erst (während des Versuchs) der Druck des eindringenden Wassers da Oefnungen, wo vorher alles verschlossen war? Sind die in jenen Zwischenräumen verborgenen Luftgemenge vielleicht gar noch Ueberreste der elastischen Flüssigkeiten, welche bey Erhärtung der Gebirgsarten den chaotischen Erdkörper umflossen? Diese Fragen wage ich nicht zu entscheiden. Aber ich wünsche, daß andere Chemisten fortfahren mögen, einen Gegenstand zu verfolgen, der nicht bloß wichtig für die pneumatische Chemie ist, sondern auch wichtigen Einfluß auf die Beschaffenheit der von dem Menschen eingeathmeten unterirdischen Gasarten hat. Indem der Häuer vor Ort arbeitet, wird eine nicht unbeträchtliche Menge jener Sauerstoffarmen dem Gestein mechanisch eingemengten Luft freygemacht. Vielleicht giebt es Gebirgsarten, aus deren Zwischenräumen sich noch schädlichere Flüssigkeiten entwickeln, als die von mir untersuchten, und vielleicht ist diesem manches physische Uebel zuzuschreiben, welches man gegenwärtig von dem eingeschluckten Staube (Bohrmehl) allein herleitet. Seit

dem ich entdeckt habe, daß die reinen einfachen Erden angefeuchtet die Fähigkeit haben, bey niedrigen Temperaturen die atmosphärische Luft zu zersetzen, und ihr den Sauerstoff zu entziehen; wird es mir mehr als wahrscheinlich, daß die Steinmassen die ihnen beigemengte Luft selbst verändern. Die Kalzedone, welche in dem Basaltartigen Mandelstein von Vicenza (am Monte Berico) eingesprengt sind, enthalten bekanntlich eingeschlossenes Wasser. Bey meinem Aufenthalt zu Verona im Jahr 1795 fand ich in einigen zugleich magnetischen Eisensand *). Um mich davon zu überzeugen, daß beyde, Wasser und Eisensand nicht (wie man fälsch-

D 2

*) Dieser Eisensand hat sich wahrscheinlich aus dem eingeschlossenen Wasser niedergeschlagen. Wenigstens ist das Wasser in den Unkler Basalten (S. meine mineralog. Beobachtungen über einige Basalte am Rhein 1790 S. 115.) nach Herrn Stukke's Analyse, sehr eisenhaltig. Sonderbar, daß ein Stoff analysirt werden konnte, dessen Existenz von manchen Geognosten apodiktisch geläugnet worden war! Vergleiche Herrn von Beroldingens Vulkane älterer und neuerer Zeit 1791

lich vorgiebt) von aussen eingedrungen sind, betrachtete ich einige Kalzedonkugeln sorgfältig unter dem Mikroskope. Keine Spur einer Spalte war zu sehen. Ich senkte darauf das Fossil unter Wasser, und brach die Kugeln mit einer Zange auf. Diese Luft war unstreitig primitif, das heisst, der Entstehung des Kalzedons gleichzeitig. Es wäre sehr interessant, ihre Natur zu untersuchen. Ich war aber damals mit keinem dazu dienlichen Instrumente versehen.

II.

Beschaffenheit der unterirdischen Luftgemenge in den künstlichen Weitungen, Stöllen, Strecken, Schächten u. s. f. — Raum, welchen dieselben einnehmen. — Abwesenheit des Sonnenlichts. — Ob dieselbe einen bemerkbaren Unterschied in der Mischung der Gasarten hervorbringt? — Seltenes Phosphoresciren des Grubenholzes.

Bis hieher haben wir die **Lokal-Verhältnisse** der unterirdischen Luftgemenge betrachtet, welche in den natürlichen grösseren und kleineren Hölungen eingeschlossen sind. Der **Massen** nach übertreffen sie bey weitem diejenigen, mit welchen die künstlichen Weitungen (Stöllen, Strecken und Schächte) angefüllt sind. Würden die elastischen Flüssigkeiten, welche in den Zwischenräumen aller Gebirgsarten, auch in den dichtesten und scheinbar unporösesten enthalten sind, würden diese Flüssigkeiten aus dem ganzen festen Erdkörper

entbunden, so könnten sie einen beträchtlichen Dunstkreis für einen kleineren Planeten bilden, ja unsrer Atmosphäre beygemischt, würden sie durch ungeheure Vermehrung ihrer Elasticität, und ihres Stickstoffgehalts die fürchterlichsten Revolutionen in der athmenden Thier- und Pflanzenschöpfung hervorbringen.

So interessant aber auch an sich die kosmische Betrachtung dieser Flüssigkeiten ist, so müssen doch diejenigen, welche die künstlichen Weitungen ausfüllen, der Hauptgegenstand unsrer Untersuchungen seyn. Die letzteren sind es eigentlich, mit denen der Mensch in Berührung tritt, mit deren schädlichen Eigenschaften er zu kämpfen hat, und welche unbezwingbar, oft den Arbeiten von Jahrhunderten ein Ziel setzen. Wir betrachten sie hier in Hinsicht auf den Raum, den sie einnehmen, auf ihre elektrische und magnetische Ladung, ihren Licht- und Wärmegehalt, ihre Feuchtigkeit und chemische Mischung. Da niemand vor mir die unterirdische Meteorologie bearbeitet hat (denn zu einer wirklichen Bearbeitung gehören Experimente und Beobachtungen, die unter Tage selbst angestellt werden) so werde ich jene wichtigen

Gegenstände nur fragmentarisch behandeln können. Ohnerachtet ich mehrere Jahre auf dem Gebirge zugebracht, und es meine Pflicht war, fast täglich die Gruben selbst zu befahren, so fühle ich doch nur zu sehr, wie viel noch über die Grubenwetter zu leisten ist, und zu welchen glänzenden Entdeckungen ihre fortgesetzte Analyse führen muß. Die wichtigsten Beobachtungen sind mir oft verloren gegangen, weil ich in dem Augenblick, wo die Phänomene sich darboten, mit keinen Instrumenten versehen war, oder das Lokal ihre Anwendung nicht erlaubte!

Die künstlichen Weitungen, welche der Fleiß des Menschen in dem festen Erdkörper ausgehört, und die unterirdische Luftmasse, welche denselben erfüllt, sind ungleich beträchtlicher, als man gemeinhin glaubte. In den Gruben um Freyberg, Clausthal und Schemnitz würden viele hundert tausend, in dem ganzen unterirdischen Deutschland einige Millionen Menschen Platz finden. Größtentheils ist die Masse der Grubenwetter allerdings in schmale Säulen (nach der Form der Schächte und Strecken) zusammen gedrängt. Aber einzeln finden sich auch oft viele tausend

Kubiklacher Luft in weiten Räumen vertheilt. Wo das Erz nicht auf einzelnen mächtigen Lagerstätten (Gängen oder Flözen oder Lagern) bricht, sondern in der Gebirgsmasse auf schmalen anschaarenden Trümmern (wie beym Zinn und Kobalt) stockwerksweise vertheilt ist, da bringt der Bergbau bisweilen Weitungen hervor, die ihrem Umfange und ihrer Höhe nach, ein ganzes Gebüsch der hochstämmigsten Waldbäume aufzunehmen im Stande wären. Wer dieselben zum erstenmale betritt, glaubt aus einer engen Gasse auf freien Markt zu treten! Noch ansehnlichere Räume, als die Stockwerke, aber nur in Hinsicht auf Länge und Breite, bieten die ärmern Steinsalzgebirge dar, die in Sinkwerken (Werren, Währen) durch süßes Wasser ausgelaugt werden. In dem Quer- und Pfeilerbau von Wieliezka habe ich nicht so große Weitungen gefunden, als in den Steinsalz-Gruben von Oberösterreich, Steiermark, Salzburg, Berchtoldsgaden und Oberbayern. Wie die unterirdischen Gasarten sich im Verhältniß der größern oder kleinern Massen unterscheiden, in denen sie zusammengehäuft sind, so finden sie sich auch bald mehr bald minder tief in die Erdrinde einge-

senkt. Wären die Gebirge, in denen Bergbau getrieben wird, in Hinsicht auf ihre Höhe über der Meeres-Fläche genau genug bestimmt, so wäre es leicht anzugeben, an welchem Punkte bisher die tiefste und dichteste Luftschicht erreicht worden ist. Die seichtesten Schächte in der Ebne nähern sich dem Centrum der Erde mehr, als die tiefsten auf hohen Gebirgen, und nach wahrscheinlichen Combinationen darf man die nordenglischen und schottischen Steinkohlenschächte für die tiefsten Räume halten, zu denen der Mensch herabsteigt. In der überirdischen Luftregion unterscheiden sich die höhern Schichten wesentlich (durch mindern Sauerstoff und Kohlensäure-Gehalt, stärkere elektrische Ladung u. s. f.) von den untern, der Erdoberfläche näheren Schichten. In der unterirdischen Luftregion lassen sich ähnliche Unterschiede nicht angeben. Hier wird alles durch Lokal-Verhältnisse modificirt. Man darf eben so wenig glauben, daß immer die engeren Räume (krüppelige Firsten und Strecken) eine unreinere Luft enthielten, wie die ungeheure Weitungen der Stockwerke und Wärren, als daß die unterirdischen Luftschichten überhaupt mit zu-

nehmender Tiefe an Reinheit abnehmen. Fast jede deutsche Bergrevier bietet mannigfaltige Beyspiele von Gruben dar, in denen an den tiefsten Punkten die frischesten Wetter sind, während das die obern Strecken (10 — 20 Lr. unter Tage) mit lichtverlöschenden Gasarten angefüllt sind. Wetterwechsel, Zimierung, Verwitterung des Quergesteins, Wassergehalt desselben, offene Klüfte, welche Luft ausstoßen und andre Ursachen, die wir in der Folge einzeln untersuchen, verändern den Sauerstoffgehalt der Gruben öfter, fast von Lachter zu Lachter. In Schächten wo dieselben ausziehen, habe ich bisweilen Luft, die ich dicht unter der Hängebank sammelte, noch zu 0,22 Oxygen gefunden, während das die Atmosphäre einige Fuß davon entfernt und die einfallenden Grubenwetter in 32 Lr. tiefe 0,27 bis 0,28 Oxygen enthielten. Wo die Natur des Grubenbaus und die äußere Wittung fast allen Wetterwechsel stöhrt, und die äußere und innere (d. h. unterirdische) Luft in ruhiger Berührung mit einander stehn, werden die Erscheinungen noch auffallender. In einem Schachte der mit keiner Strecke communicirte, zeigte sich die Grubenluft in 2 Lr. Teufe

zu 0,73 Stickgas, in 18 Lr. Teufe zu 0,78 und in 28 Lr. Teufe zu 0,74. Die mittlern Luftschichten waren um 0,05 bis 0,06 Sauerstoff unreiner als die höhern und tiefern, und dieser Unterschied blieb zwey Tage lang genau derselbe! Sollte daher je das Projekt, welches so lange die Phantasie der Menschen beschäftigt hat, das Projekt *), zur Aufklärung der

*) Von einem Schachte, der sich dem Centrum der Erde nähern sollte, kann jetzt wohl nicht mehr ernsthaft die Rede seyn. Der Wunsch aber, die Mächtigkeit des Granits zu erforschen, und in beträchtlicher Teufe Versuche über Luftelasticität, Magnetismus, Electricität und Mittheilung der Wärme anzustellen, dieser Wunsch scheint mir eben so natürlich, als seine Erfüllung zu einer Zeit (wo die Fürsten weniger Salpeter zu kaufen haben werden) ausführbar ist. Wer mit den Bewegkräften bekannt ist, welche uns gegenwärtig die Mechanik darbietet; wird eingestehn, daß das Maximum der Tiefe zu der ein Schacht zu bringen wäre, schlechterdings nicht bestimmt werden kann. Nur müßte derselbe nicht auf einem Gebirge abgereuft werden, wo man langsam dieselben Schichten entblößt, welche in den Thälern längst entblößt anstehen, sondern in einer Ebene, wo im niveau der Meeresfläche der Granit hervorkömmt. Hier träfe man allein auf noch ungesehene Punkte.

Gebirgskunde einem Schacht von ungeheurer Teufe abzusinken, ausgeführt werden, so würde man mit Recht für die zunehmende Elastizität oder Dichte, nicht aber für die zunehmende Unreinheit der untern Luftschichten besorgt seyn müssen.

Die erste und auffallendste Verschiedenheit, welche sich uns zwischen den unterirdischen Gasarten und der obern Atmosphäre darbietet, besteht darin, daß diese periodisch vom Sonnenlichte erleuchtet wird, jene hingegen in einer ewigen Finsterniß eingehüllt bleiben. Kann diese Abwesenheit des Lichts einen Einfluß auf die chemische Natur der Luft haben? wird Lebensluft, Wasserstoff- oder Stickstoff-Gas verändert, wenn es Monate lang an einem finstern Ort steht? Diese Fragen verdienen hier eine gründliche Untersuchung. Es kömmt dabey nicht auf die Entscheidung des Problems an, ob die Existenz eines Licht-Wärme- und Elektrizitätserzeugenden Stoffes erwiesen sey, oder ob sich alle Erscheinungen des Lichts, der Wärme, und der Elektrizität auf die ursprüngliche Anziehungs- und Abstofsungs-Kräfte der Materie zurückführen lassen; nein, hier sind nur die Thatsachen

selbst zu betrachten, welchen beide Erklärungsarten (die atomistische oder dynamische) angepaßt werden können. In allen meinen pneumatischen Versuchen habe ich bisher nie, weder bey Entbindung der Gasarten, noch bey Veränderung der schon gebildeten, einen Einfluß des Sonnenlichts bemerkt, welcher sich in der unterirdischen Meteorologie wirksam zeigen könnte. Wenn gepülverter Alaunschiefer oder Letten (Thon) mit Lebensluft in Berührung stand, so entband sich entweder (ein Experiment welches unten näher beleuchtet wird) gleichviel Kohlensäures Gas, oder es wurde gleichviel Sauerstoff verschluckt, die Glocken mogten im Sonnenlichte oder im Finstern stehn, vorausgesetzt daß die Temperatur der Gasarten in beiden Fällen genau dieselbe war. Von der Wahrheit dieser That- sachen kann man sich hauptsächlich im Winter und Frühjahr überzeugen, wo die wärmende Sonnenstärke gering ist. Im Sommer, wo die Sonne so hoch culminirt und durch Glas gebrochen, periodisch mehr Hitze *) erregt,

*) Die interessanten Messungen der Sonnenstärke, welche Herr von Buch mit sehr genauen Werkzeugen

als man durch die dunkle Wärme perpetuirlich hervorbringt. Im Sommer wird man leicht getäuscht, indem man dem Lichte zuschreibt, was allein der erhöhten Temperatur und der dadurch vermehrten Ziehkraft der Elemente zugehört. Eben so ist es mit der Veränderung der schon gebildeten Gasarten. Zwar glaubt Herr Göttling beobachtet zu haben, daß Lebensluft durch das Sonnenlicht in Stickluft (nach ihm Lichtstoffluft) allmählig umgewandelt werde. So sehr ich aber auch sonst von der großen Genauigkeit dieses vortreflichen Chymisten überzeugt bin, so muß ich ihm doch hier widersprechen. Ich habe Sauerstoffgas, welches aus 0,87 Oxygen und 0,13 Azote bestand, in Flaschen mit wohl eingeriebnen Stöpseln im Sonnenlichte stehn lassen. Das Fen-

vorgenommen, beweisen wie unendlich schwer es ist, künstlich die Temperatur hervorzubringen, welche das Sonnenlicht einem Körper mittheilt. Auch ist (was große Aufmerksamkeit verdient) die Sonnenstärke, d. h. die Wärme erzeugende Kraft der Sonne während der Culmination bey völlig blauem Himmel verschieden, und zwar so verschieden, daß diese Kraft oft in umgekehrtem Verhältniß gegen die Sonnenhöhe steht.

ster wurde täglich von der Morgen- und Mittagssonne getroffen. Das Gas fand sich in Fontana's Eudiometer nach 9 Wochen in 4 Versuchen zu 0,865 zu 0,870 zu 0,875 und 0,865 Oxygen. Der Unterschied schwankte also nur innerhalb $\frac{1}{1000}$, welches allein der Unzuverlässigkeit eines so schwierigen Versuchs zuzuschreiben ist. Wurde dagegen die Luft ebenfalls ohne Wasser, aber mit einem Korkstöpsel versperret, so zeigten sich in früherern Versuchen die ins Fenster gestellten Flaschen bisweilen schon in 3 Tagen um 0,05 bis 0,09 Sauerstoff unreiner, als die der Sonne ausgesetzten. Selbstarbeitende Chymiker wissen wie schwierig es ist, Gefäße mit Kork dichte zu schliessen. Bey meinen Versuchen mit Phosphor habe ich gesehen, daß in einem mit Salpetersauer und Fleisch bereiteten Stickgas das Leuchten anfing, wenn die mit Kork gestöpselten Flaschen entweder heftig erschüttert wurden, oder mehrere Stunden lang außerhalb dem Wasser (oder Quecksilber) stehn blieben. Es drang nemlich plötzlich oder allmählig durch die Poren des Korks atmosphärisches Sauerstoffgas ein. Eben so glaube ich, wird die Lebensluft durch die Sonnenwärme

so ausgedehnt, daß sie sich durch den Stöpsel einen Ausweg bahnt. In der Kühle der Nacht vermindert sich ihr Volum, und da nun innerhalb der Flasche ein Luft-verdünnter Raum entsteht, so dringt die äußere Atmosphäre mit Gewalt ein, diese Leere auszufüllen. Zwey analoge Fälle bestätigen diese Erklärung. Mit Kork gestöpselte Flaschen voll Lebensluft, welche 20 Minuten lang in eine Ofenröhre (zu 34° R.) gesetzt, und dann bis 9° erkältet wurden, zeigten sich im Eudiometer um 0,07 Oxygen an Reinheit vermindert. Hier war doch bloß dunkle Wärme angewandt worden! Wasserstoffgas, welches ich durch ausleuchtenden Phosphor so gereinigt hatte, daß das leuchtende Holz darin augenblicklich verlöschte, blieb zwey Tage lang mit Kork trocken verstöpselt in Sonnenlicht stehn. Am dritten Tage fing die Luftentbindung des Holzes wiederum an. Da nun durch meine Versuche über die Phosphorescenz gegen Herrn Wedgwood erwiesen ist, daß Holz nur in Berührung mit Oxygen phosphorescirt, so müßte man hier dem Sonnenlichte einen Oxydations-Prozess zuschreiben, wenn man ihm kurz vorher, in den Versuchen mit Sauerstoff-

gas

gas, eine Azotirung Schuld gegeben hatte.

Beweis genug, daß die Expansivkraft, der Wärme und dem Eindringen der gemeinen Luft zugehört, was irrig von dem (sogenannten) Lichtstoff hergeleitet wird. Eben so ist es mit der atmosphärischen Luft, wenn man sie mit destillirtem Wasser oder Quecksilber sperrt. Bietet die sperrende Flüssigkeit dem Gas eine große Oberfläche von 12 bis 16 Quadratzollen dar, so wird die Luftgüte in 10 bis 14 Tagen bisweilen kaum um 0,02 Sauerstoff verringert. Diese Verringerung scheint von dem, sich aus den Zwischenräumen des Wassers entbinden Stickstoffreichen Gas herzurühren. Ich habe fast an jedem Tage Versuche über diese gesperrte atmosphärische Luft angestellt. Die zunehmende Azotirung der dem Sonnenlichte ausgesetzten Flasche ward aber im Ganzen nicht langsamer als die Veränderung der verdeckten Flaschen gefunden:

Sauerstoffgehalt		Sauerstoffgehalt	
im Sonnenlichte		in der Finsternis	
1ster Tag	0,275		0,275
3ter —	0,275		0,275
5ter —	0,262		0,266

Sauerstoffgehalt		Sauerstoffgehalt
im Sonnenlichte		in der Finsternis
8ter Tag	0,262	0,255
14ter —	0,252	0,254

Die kleinen Unterschiede, welche sich am 14ten Tage fanden, rühren unstreitig von der Ungleichheit der Temperatur des Sperrwassers her. Beyde Gefäße standen im Ganzen bey 17 bis 18° R., aber das dem Sonnenlichte ausgesetzte nahm um Mittag natürlich einen höhern Wärmegrad an, bey dem sich also auch mehr unreine Luft aus dem Wasser entband.

Warum das Volum der Gasarten in diesen Fällen so wenig zunimmt? Diese Untersuchung gehört an einen andern Ort, an dem die Einwirkung des Wassers auf Luft, oder der Desoxydations-Prozess, den das Wasser hervorbringt, besonders abgehandelt wird. Hier bleiben wir bey der durch Versuche erwiesenen Thatsache stehn, dafs die Entziehung des Sonnenlichts keinen bemerkbaren Einflufs auf die Mischung der Gasarten äufsert. Ich sage ausdrücklich keinen bemerkbaren Einflufs, denn dafs die Sonnenstrahlen überhaupt alle chemische Prozesse modificiren (sey es durch

Beymischung eines eigenen Stoffes, oder durch eine hervorgebrachte Erschütterung) diese Wirkung ist mir eben so wahrscheinlich, als das das Anlegen starker Magnete, auf eine uns unbekannte Weise, die Kristallisation metallischer Salze modificirt. Alle Kräfte im Universum beschränken sich gleichzeitig und wechselseitig einander, und keine kann unabhängig von der andern gedacht werden. Die Atmosphäre eines frisch entblößten Nerven verändert unstreitig die Ziehkraft der Elemente, die ihr nahe sind. Aber in den empirischen Wissenschaften muß man sorgfältig das Wahrscheinliche und Denkbare von dem unterscheiden, was bereits durch Beobachtung und Experimente begründet worden ist.

Bey der Phosphoreszenz des faulen Holzes habe ich mehrere Jahre hindurch einen deutlichen Einfluß der Sonnenstrahlen zu bemerken geglaubt. Es ist in der That eine überaus sonderbare und wenig beobachtete Thatsache, daß das unterirdische Grubenholz (die Zimmerung) sich fast nie im Zustande der Phosphoreszenz befindet. Ich berufe mich hierbey nicht bloß auf meine eigene siebenjährige praktische Erfahrung, sondern auf die sorgfält-

tigsten Nachforschungen, die ich während des Fahrens bey alten Bergleuten in Deutschland, Pohlen, England, den Niederlanden, Frankreich, Italien und der Schweiz gethan. Ueberaus selten muß doch wahrlich eine Erscheinung seyn, welche so viele Menschen (die ihr halbes Leben im Finstern zubringen) gesehen zu haben läugnen. Man unterscheide nehmlich sorgfältig das wirkliche Leuchten des Holzes (*Splints, liber*) von dem weissen (nie gelben) Schein, welchen viele unterirdischen Byssusarten von sich geben. Dieser letztere Schein ist eben so wenig eine Phosphorescenz zu nennen, als das weisse Licht, welches jedes weisse Tuch im Halbdunkel verbreitet. Wird die Grubenlampe ausgelöscht, so ist Tuch und Byssus (Schimmel) gleich unsichtbar, während dafs das gelbe Licht des faulen Holzes sich erst in der vollkommenen Finsterniß am glänzendsten zeigt.

Erst seit kurzem halte ich mich durch glaubwürdige Zeugen versichert, dafs in den Gruben selbst phosphorescirendes Holz gesehen worden ist. Alte Bergleute in der Marienberger-Bergamtsrevier haben diese seltne Erscheinung beobachtet, und ein allgemein geschätz-

ter, vortreflicher Beobachter, Herr Freiesleben hat mir im Sommer 1796 Fragmente einer unterirdischen Pflanze geschickt, welche er selbst leuchtend gefunden und frisch für mich gesammelt hatte. Diese Pflanze war ein *Lichen filamentosus* und meinem *L. pinnatus* nahe verwandt. An der Wirklichkeit dieser Phänomene ist demnach keinesweges zu zweifeln. Aber woher ihre ungemeine Seltenheit? freylich scheint aus den Versuchen, die ich über diesen Gegenstand angestellt, als wenn faulende oder gährende Stoffe nur auf einer Stufe der Fäulniß Licht entbinden, und als wenn bey vielen diese Stufe, wo nicht übersprungen, doch schnell verlassen wird. Aber wo ist ein Ort denkbar, an dem sich alle Arten des Holzes in so mannigfaltigen Verschiedenheiten der Trockenheit, Stoffe in so mannigfaltigen Zuständen der Mischungsveränderung befinden, als in den Bergwerken? Welche Abänderung der Lokalverhältnisse bietet nicht ein, oft Meilenlanger Revierstollen dar, in dem Thürstöcke, Kappen und Schwarten alle Grade des Fäulungs-Prozesses durchlaufen? Mangel von Lebensluft und Wärme der Gruben kann an dem seltenen Leuchten des Hol-

2
zes ebenfalls nicht schuld seyn. Denn obgleich meine früheren Versuche (gegen Herrn Wedgwood) beweisen, daß keine Phosphoreszenz faulender Substanzen in ganz Sauerstoffleeren Gasarten möglich ist, und daß (während des Leuchtens) Sauerstoff absorbiert wird; so bringt uns dieser Beweis doch der Erklärung jener problematischen Erscheinung um nichts näher. Auf den Stollen, einzelne abgeworfene Flügel ausgenommen, streichen Wetter, die selten ärmer an Lebensluft als unsere Atmosphäre selbst sind, und die tödlichsten Gasarten in krüppeligen Firsten und Gehenken sind noch nie ganz leer von Oxygen gefunden worden. Zum Leuchten selbst ist aber schon ein Atom Lebensluft hinlänglich, wie der Umstand beweist, daß schnell bereitetes Wasser-Stoffgas, in dem man, um es zu reinigen, Phosphor ausleuchten läßt, während des Ausleuchtens nie merklich an Volum abnimmt. Eben so wenig kann die Wärme der Gruben die Phosphoreszenz des Grubenholzes hindern. Bey der eben erwähnten Arbeit über das Leuchten der faulenden Substanzen, in chemischreinen Gasarten habe ich entdeckt, daß heißes Wasser und heiße Luft erst bey

einer Temperatur von 32° die Phosphorescenz des Holzes vernichten. In den Bergwerken sah ich aber die Hitze noch nie über 28° R. steigen, und die gewöhnliche unterirdische Wärme (von 8° bis 15°) ist die, welche der Lichtentbindung sonst am günstigsten zu seyn scheint. Ich gestehe daher ausdrücklich, daß ich schlechterdings keine Ursache anzugeben weis, warum das Grubenholz so unendlich selten leuchtend befunden worden. Physiker, welche an einen eignen Lichtstoff glauben, an eine Materie, welche die Sonnenstrahlen in der Atmosphäre entwickeln, und welche andre Substanzen einsaugen, werden das Problem dadurch zu lösen glauben, daß sie der Finsterniß selbst (das heist, der Abwesenheit des dort nicht hindringenden Sonnenlichtes) jenes Nichtleuchten zuschreiben. Sie können zur Unterstützung ihrer Meinung zwey Beobachtungen benutzen, die ich selbst angestellt habe, 1) die, daß das unterirdische in den Gruben nicht leuchtende Holz, wenn es an das Sonnenlicht gebracht wird, in wenigen Tagen zu leuchten anfängt, und 2) die, daß (auf einer Rotheisenstein-Grube in der Nailaer Revier) ein langer stehender Bolzen, der, seiner gan-

zen Länge nach, gleich faul war, nur so weit leuchtete, als er dicht unter der Hängebank vom Sonnenlicht getroffen wurde. Diese wiederholten Beobachtungen scheinen allerdings die Vermuthung zu begründen, als könnte Holz (nach Analogie des Cantonschen Phosphors *)) während des Fäulungsprozesses nur die Lichtstrahlen von sich geben, welche es vorher eingesogen hat. Aber wie viele andre, in Scherer's Nachträgen gesammelte Phänomene widersprechen nicht dieser atomistischen Ansicht? Wo hat der *Lichen filamentosus* (ein organischer Körper, der in der ewigen Finsternis der Gruben entstand) den Lichtstoff eingesogen, welchen ihn Herr Freiesleben von sich geben sah?

Hier ist der Punkt, wo man zu der Hypothese eines an alle brennbare Substanzen gebundenen Lichtstoffes und zu einer Lichtverbreitung durch die dickste Finsternis seine Zuflucht nimmt; eine Hypothese, welche in so fern sie eine bloße Möglichkeit begründet, kaum als ein Objekt der empiri-

*) Und anderer der Sonne lange ausgesetzter Substanzen, S. *Comment. Bononicut*, T. II. P. 2. p. 136.

schen Chemie betrachtet werden kann! Bleiben wir bei dem stehen, was die wirkliche Beobachtung uns darbietet, so sehn wir uns nicht berechtigt, eine einzige Erscheinung der unterirdischen Meteorologie der Abwesenheit des Sonnenlichts allein zuzuschreiben *).

- *) Mehrere Personen haben mich gefragt, warum in tiefen Schächten nie bey Tage Sterne gesehen werden, da sie doch in den Kellern der Pariser Sternwarte sichtbar wären? Die Analogie ist auf ein falsches Faktum gegründet. Aus den Pariser Kellern hat man nie Sterne gesehen. Man zeigte dem Pöbel das Tageslicht, welches Sternförmig durch eine Röhre schien, und die Fabel von diesem permanenten Zenithsterne verbreitete sich auch unter die gebildete Menschenklasse.
-

III.

Elektrische und magnetische Ladung der unterirdischen Atmosphäre. — Wärmegehalt derselben.

Eben so wenig dürfen wir es bey der geringen Zahl der gesammelten Erfahrungen wagen, über elektrische und magnetische Ladung der unterirdischen Luftschichten bestimmt zu entscheiden. Da man sich den festen Erdkörper perpetuirlich mit elektrischem Fluidum geladen vorstellen muß, so ist es allerdings gewiß, daß wir uns in den Gruben gleichsam in dem Wirkungskreise dieses ungeheuren Turmalins (wie ihn Lichtenberg nennt) tiefer einsenken. Da in dem Innern der Erde ein ewiger Wechsel von Zersetzung und Mischung vorgeht, so ist es allerdings gewiß, daß während des Flüssigwerdens des Starrens, und des Erstarrens des Flüssigen auch immerdar elektrische Prozesse entstehen.

Da endlich die unterirdischen Luftschichten mit denen der obern Atmosphäre communiciren, so sollte man wenigstens vermuthen, daß den ersteren die Ladung der letzteren mitgetheilt würde. Aber so beträchtlich auch diese Masse freier Elektricität seyn mag, welche den angegebenen Verhältnissen ihren Ursprung verdankt, so kann sie von so unzähligen Leitern nahe umgeben, doch nur wenige Momente hindurch als freie Elektricität existiren. Um sie auf diesem Uebergange zu beobachten und gleichsam zu erhaschen, müßten die feinsten Duplicatoren und Condensatoren der Elektricität angewendet werden. Meine Lage hat mir bisher nicht erlaubt, diese Versuche anzustellen, welche in der Grube ohnedies leicht zu Täuschungen Anlaß geben können, da die kleinste Befeuchtung der Scheibe eine Elektricität erregen wird, welche keinesweges aus den umgebenden Luftschichten condensirt ist. Desto häufiger habe ich mit dem Saussurschen und Bennetschen Elektrometer die unterirdischen Räume besucht. Ich wählte solche Tage aus, an denen die äußere Luft so elektrisch war, daß die Korkkugeln 3 bis 4 Linien weit diver-

gärten. Ich stand oft in den ungeheuern Weirungen der Steinsalzgruben, in denen das Haarhygrometer eine beträchtliche Trockenheit anzeigte, und in denen das Instrument von allen Seiten von leitenden Körpern entfernt schien. Die Spitze des vier Fuß hohen Ableiters war nach Volta's Vorschlag mit brennendem Schwamm bewafnet. Nie aber zeigte sich eine Spur elektrischer Ladung. Die Grubenwetter sind der Stubenluft gleich, in welcher auch nur die feinsten Elektricitäts-Verdoppler einige Ladung sichtbar machen.

Ungeachtet dieser vielfachen Ableitungen glaube ich doch, daß es Epochen giebt, zu denen in den unterirdischen Räumen selbst temporäre Anhäufungen des elektrischen Fluidiums statt finden. Gewisse Selbstentzündungen *) brennbarer Wetter, die keine Phosphorescenz verbreiten, und die also dem

*) Das sonderbare Phänomen der Derbyshirer Grube, in denen die Schichten des Queersteins mit entsetzlichem Krachen zerplatzen, wird in England ebenfalls für elektrisch gehalten. Da ich nie selbst die Gruben von Castletown und Matlock (an der Abrahams Höhe) befahren, so kann ich nicht über die Richtigkeit dieser

gephosphorten Wasserstoffgas nicht zuzuschreiben sind, scheinen diese Vermuthung zu bestätigen. Vielleicht giebt es Momente, in denen es unter der Erde wetterleuchtet, wie über derselben. Feuchte Luftschichten stehn oft von trocknen inselförmig umgeben. Geht in jenen ein Verdampfungsprozess vor, (sey es, dass Dunstbläschen sich bilden oder auflösen) so kann eine momentane Ueberladung in denselben Statt finden. Ja! diese Ueberladung ist selbst dann noch denkbar, wenn das unterirdische Gewölk von allen Seiten mit der ableitenden Felsmasse in Verbindung steht. Die Anhäufung erfolgt, weil die Entbindung (Hervorbringung) des elektrischen Fluidiums schneller vor sich geht, als die Ableitung durch das schlecht leitende Queergestein. Vielleicht würde das Bennetsche Elektrometer selbst eine Divergenz der Goldblättchen zeigen, wenn man es in dem Augenblicke einer solchen Selbstentzündung beobachten könnte. Vielleicht würde dieses Instrument, wie die empfindli-

Hypothese urtheilen. Sollte die Explosion aber nicht von einer eigenthümlichen Spannung der kleinsten Bestandtheile des Gesteins herrühren?

cheren Duplicatoren und Condensatoren, bald + C bald — C andeuten, je nachdem andre Processe in den Luftschichten vorgehn, oder je nachdem die Erze verschieden sind, auf welchen Feuchtigkeit verdampft! Alle diese Beobachtungen, welche viel Zeit und Sorgfalt erfordern, sind dem Fleisse der Nachwelt aufbewahrt.

Eben diesem Fleisse bleibt ein weites Feld zu Versuchen über die magnetischen Erscheinungen im Innern der Erde eröffnet. Zeigt in derselben Zone das Saussursche Magnetometer einerley Anziehungskraft auf der Oberfläche der Erde und in einer Tiefe von mehreren hundert Lachtern? In welchem Verhältniß nimmt diese Kraft mit der Tiefe zu? Sind die Inclinationen und Declinationen der Magnetnadel in dem Innern des Erdkörpers wie auf seiner Oberfläche? Verändern sie sich beide gleichmäfsig? Pflanzt sich die Wirkung des Sonnenstandes, welche die tägliche Ebbe und Fluth des magnetischen Fluidums zu bestimmen scheint, gleichmäfsig in den Gruben fort? Bringt ewige Abwesenheit des Lichts gröfsere Luftdichte und gleichmäfsigere Temperatur nicht mindere Pertur-

bationen hervor? Ist das Oscilliren der Nadel, welches bey Wetterveränderungen Erdbeben, Nordlichtern, Ostwinden, ja bisweilen selbst während heftiger Gewitter bemerkt wird, auch tief in der Erdrinde bemerkbar? Die Beantwortung dieser wichtigen Fragen wird uns der Kenntniß der größten kosmischen Phänomene näher bringen. In der Grube wo man bekanntlich, aufser in den Schächten, keine Sterne sehen kann, und wo eine Mittagslinie nur durch verwickelte trigonometrische Operationen gezogen werden kann; in der Grube wird die Schwierigkeit, die Magnetabweichung genau bis auf Minuten zu finden, allerdings nicht gering seyn. Aber es wäre schon überaus lehrreich, falls der gleichzeitige Unterschied der Abweichung über und unter Tage auch nicht bis auf so kleine Bogentheile auszumitteln wäre, wenigstens den Unterschied des jährlichen, monatlichen und stündlichen Fortschreitens der Nadel an beyden Stationen zu beobachten. Zwar haben bereits Cassini und Coulon im Frühjahr 1782 dergleichen Beobachtungen in den Kellern der Pariser Sternwarte angestellt. Die Nadel schien hier von Sturm, Hagel oder andern

plötzlichen Wetterveränderungen nicht afficirt zu werden. Aber die Versuche wurden, der Entlegenheit des Orts wegen, zu selten *) wiederholt, und die Tiefe von 13 Lachtern ist zu gering um befriedigende Resultate zu geben. Auf grossen Revieren, wie am Harz, zu Freiberg und Schemnitz, an Orten wo grosse Theoretiker in nahem Verkehr mit der ausübenden Bergbaukunst stehen, wäre es nicht unmöglich, in verschiedenen Tiefen, Weitungen auszubrechen, in denen das Quergestein weder magnetische Anziehung noch Polarität äusserte. In diesen könnte die Magnetnadel, um alle Friction zu vermeiden (nach Coulon's Methode) aufgehangen werden. Würde die Weitung durch eine Argandsche Lampe erleuchtet, so könnten, weit von dem Aufhänge-Punkt der Nadel entfernt, auf einer, an der gegenüberstehenden Felswand befestigten Tafel Theilstriche angebracht werden, nach welcher visirt würde, um den Stillstand oder die zunehmende Abweichung bis auf 5 Sekunden mit Sicherheit zu bemerken. Wäre eine solche

*) Rozier *Journal de Physique*, Tom. 24. p. 263.

solche Einrichtung einmal gut getroffen, so würde man bey der gleichmäßigen Temperatur der Gruben, der Festigkeit des Fundaments und dem Mangel von Luftzug in der Folge mit wenigeren Schwierigkeiten zu kämpfen haben, als Herr Prony bey seinen ähnlichen Gartenbeobachtungen fand. Auch sind die täglichen Magnet-Variationen (selbst in unserer gemäßigten Zone) gar nicht so gering, da sie nach Cassini bis 18 Minuten steigen. Welch ein Gewinn für die Naturlehre, wenn man mit diesen Erfahrungen, aus dem Innern der Erde geschöpft, andre über die Abweichung auf hohen Gebirgen z. E. von dem Hospice des St. Bernard (1063 Toisen über die Meeresfläche) verbinden könnte. Sollte denn nie eine Epoche kommen, wo so viele reich ausgesteuerte Akademien die Nützlichkeit einsehen lernten, gleich den Astronomischen, fixe physikalische Observatoria und (wo möglich) über und unter der Erde, auf isolirten Felsenspitzen und auf kleinen, vom Ocean umflossenen Inseln, vorzulegen!

Nächst der elektrischen und magnetischen Ladung der unterirdischen Atmosphä-

re ist hier Wärmegehalt unstreitig das wichtigste Phänomen, mit dessen Untersuchung wir uns hier beschäftigen müssen. Nirgends sind so lange und so sorgfältig fortgesetzte Thermometer - Beobachtungen angestellt worden, als in den Kellern der National - Sternwarte zu Paris. Diese Keller sind Weitungen in dichtem Flözkalkstein, welche durch $\frac{3}{4}$ Lachter hohe und 1 bis 2 Lr. breite Strecken mit den unterirdischen Steinbrüchen des Mont-Rouge zusammenhängen. Die Firste ist an vielen Punkten mit Mauern unterstützt. Das große Thermometer, welches der unsterbliche Lavoisier verfertigen liefs, enthält mehrere Pfunde Quecksilber. Jeder Grad hat eine Länge von 4,3 Zoll, und man unterscheidet sehr genau an einer Glas-Scale 0,001 eines Reaumur'schen Grades. Um das Instrument unempfindlicher gegen die Nähe der Menschen und Lichter zu machen, ist die Kugel in eine beträchtliche Masse von feuchtem Sande eingesenkt *). Die mittlere Wärme, welche die seit 1680 in diesen Kellern angestellten Beobachtungen geben, ist von 9,6 R. Im Win-

*) S. Delametherie *Théorie de la terre*, Vol. 3. p. 357.

ter steht (wie mich der thätige Astronom Herr Bousarol versicherte) regelmäfsig um 0,03 eines Grades höher als im Sommer. Dieser Umstand ist in der That sehr auffallend. Berühmte Physiker erklären ihn daraus, dafs erst in den Wintermonaten die Sommerwärme der obern Erdrinde zu den tiefern Schichten dringt, und dafs diese das Maximum der Temperatur erreichen, wenn die Oberfläche der Erde bereits mit Schnee und Eis bedeckt ist. Sollte aber nicht die Kälteerzeugende Verdampfung einen wichtigen Einfluss auf diese Erscheinungen äufsern? Das Thermometer in den *Caves de l'observatoire nationale* ist in der That so vortreflich aufgestellt, dafs die äufsere Luft nur durch die Gesteinschichten auf dasselbe wirken kann. Die Treppe, welche in die Keller führt, ist mit einer Thüre verschlossen, die sich in das Innere des Thurms öffnet. Seit der Revolution hat man selbst die Zugänge zu den Steinbrüchen vermauert, da man in den Caves bald Geld bald Waffen versteckt glaubte, und zudringliche Nachsuchung vornahm. Luftwechsel ist daher nirgends zu fürchten. Dagegen scheint mir die Feuchtigkeit des Gesteins ein kleines Hindernifs für die

Genauigkeit der Beobachtungen. Als ich in Gesellschaft meiner Freunde, der Herren Delametherie und Fleurian-Bellevue meine unterirdischen Instrumente gegen die der Pariser Sternwarte abglich, fand ich die Feuchtigkeit der Luftschichten nahe am Lavoisierschen Thermometer 93° des Haarhygrometers. Ein Thermometer, dessen Kugel in den oben erwähnten feuchten Sand gesteckt war, stand $0,3$ Grad niedriger als ein anderes, welches von der Luft umgeben und vom Sande entfernt war. Was ist wahrscheinlicher, als dafs die Wärme der Keller an dem feuchten Gestein Verdampfungen erregt, durch welche Wärmestoff gebunden wird. Dringt daher im Winter, weun die obere Erdrinde gefroren und vieles Wasser in Eis verwandelt ist, weniger Feuchtigkeit in die Keller der Sternwarte ein, so geschieht weniger Verdampfung, und also auch mindere Bindung des Wärmestoffes. Vielleicht steht aus diesem Grunde das Lavoisiersche Thermometer im Winter höher als im Sommer.

Es wäre sehr wünschenswerth, dafs der Hygrometerstand gleichzeitig mit dem Thermometerstand in den Caves beobachtet würde, ja

noch wünschenswerther, daß an einem trockenen Orte (an einem, wo die Feuchtigkeit etwa 75 Seaussursche Grade betrüge) Gegenversuche angestellt würden. Trocknere Weirungen müssen, der Theorie nach, eine etwas höhere Temperatur als die feuchteren haben, und so lange auf diese Verhältnisse nicht Rücksicht genommen wird, ist es schwer über die eigenthümliche Wärme des innern Erdkörpers zu entscheiden. Man schliesse von zwey abgeglichenen Thermometern, eines in ein trockenes Glas, ein anderes in ein mit verdampfenden Stoffen gefülltes Gefäß ein, und man wird in verschiedenen Luftschichten die Stände beyder Instrumente sehr verschieden finden. Das letztere wird immer unempfindlicher als das erstere scheinen. Eben so glaube ich wird manche Zunahme der Temperatur der Gruben für uns unbemerkbar, weil die Kälteerzeugende Verdampfung den Effekt jener Verdampfung aufhebt. Trotz dieser kleinen Hindernisse bleiben die Beobachtungen der Pariser Astronomen immer die genauesten, welche über die Wärme der Erdschichten angestellt worden sind. Sie beweisen, daß dieselbe unter dem 48sten Grade der

Breite, 9° R. beträgt. An unterirdischen Orten, wo ich mich in reinen, gar nicht Sauerstoffleeren Gasarten befand, an Orten, wo das Queergestein trocken, metallleer und ohne bemerkbare Einwirkung auf die Atmosphäre war, an Orten, wo die Grubenlichter keinen Wetterwechsel anzeigten, habe ich im Durchschnitt ebenfalls immer meine Thermometer auf 9° bis 10° steigen sehn. Da ich in der Freiburger Revier im Jahre 1791 fast neun Monate lang täglich anfuhr, und mit Instrumenten versehen war, so ist dieses Resultat auf eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Erfahrungen gegründet. Es ist auffallend, daß die mittlere Temperatur der Erdschichten der der Atmosphäre in der gemäßigten Zone sehr nahe kommt. Der mittlere Thermometerstand in London ist 9° , der von Vicenza $9^{\circ},4$, von Mayland 10° .

Auf den ersten Anblick scheint es nicht schwierig, an mehreren Punkten ähnliche Beobachtungen, wie die in den Kellern der National-Sternwarte, anzustellen. Unsere Bergwerke bieten allerdings eine treffliche Gelegenheit dazu dar. Aber leider! hat mich die Erfahrung gelehrt, daß die Wahl der Orte eine

überaus große Vorsicht bedarf. Weitungen, die von Schächten und Stollmundlöhern entfernt liegen, stehn doch noch in Wärmeleitender Verbindung mit der äussern Atmosphäre! Ich liess in der Wunsiedler Revier bey Arzberg in 13 Lr. Teufe ein sehr empfindliches Thermometer aufhängen. Es befand sich in einem Queerschlage, der mit dem Georgsstollen communicirte, und war überdies durch eine Thüre (Wetterlotte) vor dem Eindringen der äussern Luft geschützt. Ein anderes Thermometer über Tage war mit dem in der Grube genau verglichen. Die Stände wurden vom 23sten September 1796 bis 13ten Januar 1797 bisweilen täglich zweymal aufgezeichnet. Ich ziehe der Kürze wegen nur folgende Zahlen aus meinen Tagebüchern aus. Aus 98 gleichzeitigen Beobachtungen gab

der September die mittlere Temperatur		in der Grube im Freyen	
		+ 8°,6	+ 9°,3
der Oktober	. . .	+ 8°,1	+ 6°,3
der November	. .	+ 7°,5	+ 5°,6
der December	. .	+ 7°,1	+ 3°,8
der Januar		+ 6°,8	+ 5°,4

Die Mittelzahlen sind nur aus den Ständen gezogen, welche zugleich an beyden Thermometern beobachtet wurden. Der December scheint nur deshalb um $1^{\circ},8$ kälter als der November, weil die Gruben in diesem Monate öfter zu Mittag als zu Abend befahren wurden. — So ähnlich auch das Arzberger Lokale dem der Pariser Sternwarte zu seyn schien, so beweist das Wanken des Thermometers doch, daß jene Tabelle nicht die eigenthümliche Wärme der Erdschichten angiebt. Es war gewiß eine andre Wärmeleitende Verbindung, als die durch die Gesteinschichten vorhanden. Denn warum sollte sich sonst die Erkältung des äußern Luftkreises so schnell bis in die Grube fortgepflanzt haben, während daß diese Fortpflanzung bey 84 Fufs Tiefe, in den Pariser Kellern gar nicht statt findet?

Herr Delametherie wirft in seinem Werke über die Theorie der Erde die scharfsinnige Frage auf, ob gegen den Pol hin und in der Tropenwelt die Wärme der Erdrinde dieselbe, ob nicht das Innere hoher Berge kühler als die dem Centrum nähern Theile des Erdsphäroid sey? Er vermuthet, daß unser Planet allmählig

von seiner Grundwärme verliere, und daß die von mehreren Seiten in Wärme leitende Luftschichten eingehüllten Gebirgsmassen schneller, als die obern Gegenden erkalten. Diese Vermuthung kann nur dann gründlich bestätigt oder widerlegt werden, wenn arbeitsame Physiker unter verschiedenen Breiten und in verschiedenen Höhen ähnliche Vorrichtungen treffen, als die der Pariser Sternwarte. In der Freiburger Revier im Salzburgischen, wo bauwürdige metallische Lagerstätte höher als irgend sonst wo in Europa über der Meeresfläche erhaben sind, in den Gruben von Whitehaven und Newcastle wäre die trefflichste Gelegenheit dazu. Die ungeheure Menge unterirdischer Weitungen, welche sich an diesen Orten befinden, gestatten eine geschickte Auswahl des Lokals. Würde vollends zur Vermeidung alles Luftzuges, der Ausgang des Stollens oder der Strecke, in dem das Thermometer sammt dem Hygrometer, dem Magnetometer, dem Inclinatorium und Declinatorium aufgestellt wäre, durch eine zwiefache eingemauerte Thüre verschlossen, so würde bald die wichtige Frage entschieden seyn, ob wirklich in der gemäßigten Zone

die Temperatur der von den Bergleuten besuchten Erdschichten zwischen 9 und 10 Grad R. falle?

Bey einem beständigen Wechsel des Aufenthalts und bey einer Beschäftigung mit heterogenen Dingen habe ich nie Beobachtungen anstellen können, welche mir selbst Genüge leisteten. Doch finde ich in meinen Tagebüchern mehrere aufgezeichnet, welche hier einer Erwähnung verdienen, da sie uns, von andern Physikern bestätigt, der Auflösung des oben erwähnten Problems näher bringen können. Paris liegt 30 Toisen über dem Meere erhaben. Die Central-oder innere Erdwärme ist daselbst $9^{\circ},6$. Mein Arzberger Beobachtungsort lag an 155 Toisen über dem Meere und während das die Thermometer über Tage 9° bis 10° standen, war die Erdwärme nie über 8° , also um $0^{\circ},9$, geringer als zu Paris. Sie war

Z e i t	Wärme der Erdschichten	Wärme der obern Luft.
27. Sptbr. früh 6 Uhr	+ 8,°7	+ 9,°5
Abends 9 —	+ 8,°4	+ 7,°
28. Sptbr. früh 6 —	+ 8,°4	+ 9,°
Abends 7 —	+ 8,°7	+ 8,°9
29. Sptbr. fr. 10 —	+ 8,°4	+ 10,°
2. Oktbr. früh 7 —	+ 7,°8	+ 5,°
14. Oktbr. fr. 11 —	+ 8°	+ 9,°2

Wenn am 2ten October das unterirdische Thermometer nur 7°,8 zeigte, wenn es gar im Januar bis 6°,8 herab fiel, so scheint der Grund dieses Sinkens allerdings in der Erkältung der äußern Luftschichten und ihrem Zutritt zu liegen. Warum aber war vom 27sten bis 29sten September die Grubentemperatur nur 8°, während dafs die äußere 9° bis 10° betrug? Im Alexandersstollen am Fichtelgebirge (einem Stollen der 3000 Fufs hoch über dem Meere im Granit getrieben ist) fand ich im Herbst + 7° und die äußere Luft + 19°,5, diese Beobachtungen würden für die mindere Erdwärme auf hohen Gebirgen sprechen, wenn ich nicht in Savoyen ganz entge-

gengesetzte Erfahrungen gesammelt hätte. Im Chiamouny-Thale war die Atmosphäre $+ 3^{\circ}$ während ich in einem alten (wahrscheinlich römischen) Versuchstollen, der in den Mont-Blanc getrieben worden ist, mein Thermometer auf 11° fand. In der Gallerie de l'esperance zu Servoz stand dasselbe auf $10^{\circ},5$ während dafs es im Freyen 9° zeigte. Woher diese hohe Temperatur an zwey Punkten, von denen der eine 57 T. der andere 423 Toisen über der Meersfläche erhaben liegt? Das Lokale läßt keine Zersetzungen im Queergestein erwarten. Die Beobachtungen geschahen aber im Herbst. Sollte die Sommerwärme jenen unterirdischen Orten eine Temperatur mitgetheilt haben, welche sie noch lange nachher, wenn die äufsere längst erkaltet, beibehalten? Warum steigt die unterirdische wärmere Luft nicht zu den Schächten hinaus, da doch eine ähnliche Bewegung über Tage statt findet und (nach Exchaquet's von mir vielfältig bestätigten Erfahrungen) im Herbst, die hohen Gebirge wärmere Luftschichten als die Thäler haben? Indefs darf man nicht vergessen, dafs unbewegte Luft die Wärme sehr schlecht leitet, so wie nach Graf Rumfords Entdeckung

unbewegtes Wasser sie gar nicht leitet. Guet-
tard fand in Wieliczka im Steinsalzflöze 10° ,
Monnet zu Joachimsthal in 280 Lr. Teufe 10° ,
Deluc am Harze 10° bis 12° , Saussure in der
Balmshöle $9^{\circ},5$. Mit diesen Zahlen kommen
(wie ich bereits oben erwähnt) meine meisten
Thermometerbeobachtungen in und aufserhalb
Deutschland ebenfalls überein. Noch im
April dieses Jahres untersuchte ich mehrere
Tage lang den Wärmegehalt, die Feuchtigkeit
und die Luftreinheit der Steinsalzgruben zu
Berchtolsgaden. Am 10ten April z. B. stand
das Thermometer im Freyen auf $+ 5^{\circ},7$, das
Saussursche Hygrometer 87° , der Sauerstoff-
gehalt der Luft betrug 0,267, das heisst, die At-
mosphäre bestand aus

0,267 Lebensluft
0,733 Stickgas mit etwas Kohlensäure
gemengt

	Thermo- meter	Hygro- meter	Eudio- meter
Im Ferdinand- berg	+ 8°,5	84°	0,260
Im Frauenberg bey Pfalzbir- kenfeld	+ 10°	90°	0,262
bey Prinz Pius	+ 10°,2	85°	0,265
Im Petersberge beym kleinen Selbstwasser	+ 10°	97°	0,256
an anderen Punkten	+ 9°,3	86°	0,267
	+ 9°	95	0,262

Am 12ten April war die äußere Luft zu 68° Feuchtigkeit bis 1° Kälte und 0,274 Sauerstoffgehalt. In der Grube schwankte das Thermometer zwischen + 8° und 9°, die Trockenheit der äußern Luft hatte ebenfalls die unterirdische Luftmasse afficirt. Im Petersberge stand das Hygrometer an den vorbezeichneten 3 Punkten 88°, 83° bis 86°, also an 9° trockner als am 10ten April. Am 11ten war die äußere Luft zu 2°,5 Wärme 82° Feuchtigkeit und 0,267 Sauerstoffgehalt. In derselben Zeit

(Morgens 9 Uhr) fand ich die Grubentemperatur meist 9° bis 10° . Eben diese Wärme haben in Durchschnitt die Steinsalzflöze zu Ischel und Halstadt in Oberösterreich, wie die zu Ausser in Steyermark. Auch im Jura sahe ich zu Aarau im Eisenbergwerke das Thermometer auf $9^{\circ},9$ steigen, da es im Freyen $14^{\circ},8$ zeigte. Jenseit der hohen Alpenkette in der Custoza bey Vicenza beobachtete ich (in der römischen Escavation) $9^{\circ},6$ als der freye Schatten zu 24° war, — Thatsachen genug, um sich zu überzeugen, dafs in den entferntsten Erdschichten zu verschiedenen Jahreszeiten eine wundersame Uebereinstimmung der Temperatur statt findet!

Diese Uebereinstimmung ist aus Beobachtungen geschlossen, welche unter den 40sten und 50sten Grade der Breite angestellt sind.

Wie mag das Innere der Erde in Nordasien unter dem 66° erwärmt seyn, wo Pallas noch am Ende des Sommers die Dammerde 13 Zoll tief gefroren fand? Hat der Erdkörper von der Epoche seiner Erhärtung an (einer Erhärtung, welche eine ungeheure Wärmeentbindung veranlafste, da flüssige Theile fest wurden) einen bestimmten Wärmegehalt $= y$, so mufs

dieser Gehalt, in der Folge der Jahrhunderte allmählig abnehmen. Von luftförmigen Stoffen umgeben, die in der kalten und gemäßigten Zone oft unter oder wenigstens bis nahe an den Eispunkt erkalten, wird der Erdkörper jährlich von seiner Wärme verlieren. Unter den 66° muß diese Verminderung der Temperatur beträchtlicher, als unter dem 40° seyn. In der Tropengegend würde sie vielleicht nie eintreten, wenn nicht dort der Ocean, dessen untere Wasserschichten bis 4° und 6° R. erkalten, tiefe Kessel ausfüllten, und wenn nicht vom Aequator gegen die Pole hin die Erdmasse in wärmeleitender Verbindung stände. Diese Verbindung macht daher eine allgemeine Temperatur-Abnahme *) wahrscheinlich. In einer Zeitepoche wird (die Centralwärme $= y - n$ gesetzt) die Wärme der von dem Centrum entfernten Erdschichten in einem Radius gegen den 66sten Breitengrad hin $= y - n^2 \dots y - n^4$, in einem Radius gegen den 40sten Breitengrad hin $= y - 2n \dots y - 4n$ seyn. Es ist wahrscheinlich, daß Schichten, welche

gleich

*) Delametherie *Theorie de la terre* 1797, T. I. p. 416.

gleich weit vom Centrum entfernt liegen, nie einerley Wärmegehalt haben; wahrscheinlich daher, daß ein Schacht in Lapland kaum 3° , ein eben so tiefer in Peru 14° R. Temperatur zeigt; wahrscheinlich endlich, daß in Jahrtausenden die Keller der Pariser Sternwarte so kühl als der Arzberger Stollen seyn werden. Ich sage mit Vorbedacht in Jahrtausenden, denn die geringe Wärmeleitungskraft der trocknen Gesteinschichten, die geringe Tiefe, zu der sich (laut Herrn Maurice's Erfahrungen *) die äußere Temperatur-Veränderungen bemerkbar fortpflanzen, der beträchtliche Wärme-Ersatz, welchen die tiefern Schichten und mannigfaltige chemische Zersetzungen gewähren — alle diese Umstände müssen die Verminderung der Grundwärme des Erdkörpers sehr verzögern. Auch scheint dieselbe der Vegetation und der Entwicklung organischer Kräfte nie gefährlich werden zu können. Allgemeine Erfahrungen belehren uns, daß die Temperatur der obern Erdschich-

*) Dieser vortreffliche Beobachter stellt seit mehreren Jahren Versuche mit unterirdischen Thermometern zu Genthod an. Vergl. *Bibliothèque Britannique*, Vol. 7. Mars 1798. p. 108.



ten (der Wohnplatz der Pflanzen und Thiere) fast ganz unabhängig von der Temperatur der untern Schichten ist. Der Wärmegehalt des Dunstkreises bestimmt den Wärmegehalt der Dammerde, und auf den Schweizer Gletschern habe ich Rasenstücke, die unmittelbar auf dem Eise ruhten, eben so üppige Pflanzen hervorbringen sehen, als die entfernteren Felskuppen. Für die organische Natur wird es daher wohl gleichgültig seyn, ob die Central-Wärme an den Ufern der Seine von $9^{\circ},6$ R. bis $10^{\circ},5$ (wie zu Servoz) steigt, oder bis $7^{\circ},4$ wie am Fichtelgebirge, herabsinkt.

In der oben erwähnten *Théorie de la terre* *) ist eine Reihe von Versuchen vorgeschlagen, durch welche man in verschiedenen Weltgegenden die Temperatur des innern Erdkörpers erforschen könnte. Bey Anstellung derselben sind zwey Vorsichtsregeln zu empfehlen, deren Vernachlässigung einen beträchtlichen Irrthum in den Resultaten veranlassen kann. An unterirdischen Orten macht, besonders wenn sie eng sind, die Anwesenheit eines Menschen mit einem Lichte das Ther-

*) An a. O. S. 421.

mometer um 1 bis $1^{\circ},5$ steigen. Der Beobachter prüfe daher, entweder die Empfindlichkeit seines Thermometers, und halte sich eine Corrections-Tafel, oder er gewöhne sich zum schnellen Ablesen der Temperatur, und halte das Licht in weiter Entfernung unter einem Glaszylinder. Nach meinen Erfahrungen sind allzuempfindliche Thermometer zu solchen Arbeiten sehr schädlich. Sie werden von jedem kleinen zufälligen Umstande afficirt, und geben eben so täuschende Variationen an, als die feinen Condensatoren der Elektrizität, welchen man (für meteorologische Beobachtungen) sicher jedes Saussursche, mit Schwamm bewafnete, Elektrometer vorziehen kann.

Eine zweyte Vorsicht ist bey der Auswahl des unterirdischen Orts, an dem das Thermometer aufgehängt werden soll, zu empfehlen. Ungleiche Feuchtigkeit und Luftzug werden alle Mühe vereiteln. Denn Verdampfungen am warmen Gestein bringen Kälte hervor, und Luftbewegung führt die Tag-Wetter in die Grube hinein. Um den Einfluß beyder Uebel zu vermeiden, sollte man ein Hygrometer und Federbüschel an seidenen Fäden neben dem Thermometer aufhängen. Macht

das Hygrometer beträchtliche Oscillationen; sind die Fäden in schwankender Bewegung, so ist der gewählte Ort zu feinen und zuverlässigen Versuchen untauglich. Luftzug (Wetterwechsel) läßt das Thermometer *) oft in großen Tiefen im Winter bis unter dem Gefrierpunkt herabsinken, und im Sommer über 18° steigen. Im Kühschacht zu Freyberg habe ich es selbst einmal bis $28^{\circ},5$ an einem Tage bemerkt, da die äußere Luft im Schatten nur $20^{\circ},3$ zeigte. Die einfallenden warmen Wetter mußten also hier in dem unterirdischen Luftmenge oder im Queergestein Zersetzungen veranlaßt haben, welche ein Plus von $8^{\circ},2$ Wärme hervorbrachten. Denn die Strecke war Menschenleer und ohne Zimmerung. Daß Wasser bis in 60 Lachter Teufe nahe an Schächten, wo die Tag-Wetter einfallen (und wo ich den Wärmemesser bis $+12^{\circ}$ stehn sah) gefriert, ist sehr natürlich. Aber auffallend und schwer erklärbar ist, wie sich Schnee und Eis an manchen unterirdischen Orten den gan-

*) Wo nicht das Gegentheil bestimmt ausgedrückt ist — wird immer das 80 theilige Reaumursche (oder vielmehr Deluesche) Quecksilberthermometer gemeint.

zen Sommer hindurch, oft in der Nähe der einziehenden warmen Wetter ungeschmolzen erhalten können. So findet man z. B. Eis auf dem Sauberger Stollen zu Ehrenfriedersdorf (besonders auf der Leimgrube) bis in den Monat Julius und August, wenn der Schnee über Tage schon im April wegging, und selbst wenn in kaum 40 bis 50 Lr. Entfernung vom Eise Feuer gesetzt wird. Jars *) erzählt ähnliche Beobachtungen, die er in Schweden in den Eisenbergwerken zu Nordmark anstellte. Wären die unterirdischen Eismassen größer, so könnte man glauben, daß sie selbst, gleich den Gletschern und den Schneemassen, die man in dicken Waldungen (z. B. auf dem Fränkischen, Böhmischen und Oberpfälzischen Grenzgebirge) bisweilen noch im Anfang Julius, und zwar an Orten findet, die nicht 2000 Fuß hoch über der Meeresfläche liegen, durch ihre Kälteerzeugenden Verdampfungen vor dem Schmelzen schützen. Aber sie haben oft nur 4 bis 5 Zoll Dicke bey einer Oberfläche von wenigen Quadratfussen. Vielleicht erhält

*) Metallurg. Reisen, B. I. p. 188.

die vom Grafen Rumford entdeckte geringe Wärmeleitungskraft des gefrorenen Wassers die innern Schichten! Wenigstens dürfen wir diese Erscheinung nicht in der chemischen Beschaffenheit der unterirdischen Gasarten gegründet glauben. Bey Wiederholung der Lentinischen Schmelzversuche sah ich gleiche Volumina Eis in Lebensluft und Stickgas bey einerley Wärme, gleich schnell zergehn.

Die Temperatur der unterirdischen Wasser ist weit höher, als die des tiefen Seewassers. Nach den Beobachtungen der Herren Saussure und Pictet haben die grossen Schweizer-Seen in einer Tiefe von 240 bis 300 Fufs, zu jeder Jahreszeit, eine Wärme von $4^{\circ},3$ bis $4^{\circ},5$. Im Bartholomäus-See bey Berchtoldsgaden fand ich die Wasserschichten in 70 Fufs Tiefe zu 4° , während dafs die Lufttemperatur 13° betrug. Dagegen zeigen die Grubenwasser in den entlegensten Gebirgen fast immer zwischen 7° und 10° . Ohnerachtet sie alle vom Tage hereinstürzen, (denn je tiefere Schächte man absinkt, desto dürre findet man das Gestein) so nehmen sie doch sehr schnell die allgemeine Temperatur des Erdkörpers an. Ein auffallendes Beyspiel der Art habe ich wäh-

rend des Schnees schmelzens zu Berchtoldsgaden beobachtet. Im Anfang April, da eine große Masse Schneewasser in Cajetan Anton Wöhr einströmten, stand ein sehr empfindliches Thermometer darinnen bleibend auf $8^{\circ},5$. Die Dicke der Lettenschichten, durch welche die Wassermasse drang, betrug 60 Lachter. In Steeben am Fichtelgebirge fand ich im Schneereichsten Winter die einsinkenden Tagewasser in 14 Lr. Tiefe zu $10^{\circ},8$. Diese schnelle Erwärmung rührt unstreitig von der großen Vertheilung jener Wasser her. Stürzen sie auf einmal in eine Kluft und folgen dieser, so behalten sie in 30 bis 40 Lachter Teufe oft noch eine Kälte von 3° bis 4° . Dringen sie aber (wie es gewöhnlich der Fall ist) Tropfenweise durch die Damm-Erde und das Gestein durch, so bieten sie diesen so viele Oberfläche und Berührungspunkte dar, daß sie, von wärmern Stoffen umgeben, schnell die Temperatur der letzteren annehmen.

Gensane behauptet, daß die Wärme des Erdkörpers mit der Tiefe der Erdschichten zunehme, und daß die tiefern Strecken daher wärmer als die obern wären. Diese Behauptung gründet sich aber auf eine einzelne Er-

fahrung aus den Bergwerken zu Giromagnie, und wird durch alle neueren Versuchen widerlegt. Wenn es auch wahrscheinlich ist, daß der Erdkörper gegen seine Oberfläche hin bereits mehr von seiner Grundwärme, als im Innern eingebüßt habe, so wird dieser Unterschied für uns doch unbemerktbar seyn. Die Tiefe, zu der wir mit einem Schachte eindringen, ist so unbedeutend, daß sie keine Temperaturerhöhung von 0,000001 Grad begründen kann. Ja! betrüge sie auch $0^{\circ},5$, so würde sie doch, bey der Einwirkung so mannigfaltiger lokaler Ursachen, für uns verschwinden. Chemische Zersetzungen im Queergestein haben wahrscheinlich zu Giromagnie das Thermometer in 226 Lr. Teufe auf $18^{\circ},5$ steigen machen. Denn wenn die von Gensane bemerkte Temperatur-Zunahme von $8^{\circ},5$ in 164 Lr. schon der Nähe des Erd-Centrums zuzuschreiben wäre, so müßte das letztere sich freylich in einer Glühhitze befinden, welche noch die der Buffonschen Hypothesen weit überstiege.

Würde die Temperatur der unterirdischen Luftschichten durch nichts als durch die ur-

sprüngliche Grundwärme des Erdsphäroids bestimmt, so müßte dieselbe unter einerley Breitengraden und in gleichen Tiefen übereinstimmen. Die Natur bietet uns aber nichts weniger, als eine solche Uebereinstimmung dar. In dem Queergestein, sey es mit Metallen oder andern säuerungsfähigen Basen geschwängert, in dem Grubenholze, ja in der Luft selbst, gehen (unter Einwirkung des Wassers) beständig chemische Zersetzungen und Mischungsveränderungen vor, bey denen Wärmestoff frey oder latent gemacht wird. Diese Prozesse sind bisweilen nur auf einzelne Stellen einer Strecke, bisweilen auch gar nur in diesen auf einzelne Tage eingeschränkt. Wer Jahrelang genöthigt ist, einen und denselben Stollen zu befahren, bemerkt solche warmen Orte sehr genau. Der Mordlauer Stollen auf der Nailaer Revier war durch uranfänglichen Thonschiefer getrieben, in dem sich Lager von Lydischem Steine finden, der eine ungeheure Menge Kohlenstoff enthält. An einem Punkte, wo das Lager durchfahren war, sah ich das Thermometer immer auf 10° bis $10^{\circ},8$ steigen, wenn es kurz vorher und nachher kaum auf 9° stand. Wahrscheinlich wurde das atmos-

phärische Sauerstoffgas von dem Kohlenstoff langsam zerlegt und Wärmestoff frey, da sich (wir kommen unten auf diese merkwürdige Thatsache zurück) ein *oxide de Carbone oxydirter Kohlenstoff* (als fester Körper) und nicht gasförmige Kohlensäure bildete. Aehnlichen Ursachen ist die höhere Temperatur mancher Steinkohlengruben zuzuschreiben. Ich sage vorsetzlich mancher, denn es giebt viele, die sich eben so wenig als Schwefelkieslager durch Wärme auszeichnen. Bey chemischen Zersetzungen kömmt es auf eine Menge kleiner Nebenumstände an, die ihren Fortgang befördern oder zurückhalten. So wenig man im Allgemeinen sagen darf, daß Arsenikkies- und Kobolt-Gruben schädlichere Luftarten, als Bley- oder Eisengruben erzeugen, eben so wenig läßt sich im Allgemeinen entscheiden, welche Fossilien im Innern der Erde am meisten Wärme erzeugen. Oft hebt da, wo die meisten Zersetzungen erfolgen, ein Prozeß den Effekt des andern auf. Indem tropfbare Flüssigkeiten zerlegt werden, bilden sich gasförmige. Der eben entbundene Wärmestoff wird also augenblicklich wieder latent gemacht, und gerade da, wo die meisten Zersetzungen im

Queergestein vorgehn, wird bisweilen Kühlung statt Wärme erzeugt.

Diese Verhältnisse äußern sich vorzüglich an unterirdischen Orten, wo Mangel an Sauerstoffgas das Brennen der Lichter völlig verhindert. Es ist ein sehr allgemein verbreiteter Irrthum, daß Wetternöthige Orte (d. h. unterirdische Räume, die mit lichtverlöschenden und schädlichen Luftarten angefüllt sind) sich durch eine höhere Temperatur auszeichnen. Die Rettungs-Lampe, deren Beschreibung unten folgen wird, hat es mir möglich gemacht, Thermometerbeobachtungen da anzustellen, wo sonst jedes andre Geleuchte augenblicklich verlöscht. Gerade vor den Orten, welche mit den beängstigendsten Gasarten gefüllt waren, stieg der Wärmemesser auch nicht um 0,2 eines Grades. Wo ich Gruben befuhr, habe ich mich immer in die Strecken führen lassen, welche am meisten Wettermangel litten. Ueberall fand ich, daß ihre Temperatur sich wenig von der der nächsten reineren Luftschichten entfernte. Der Wärmestoff, der das zerlegte Wasser oder die zerlegte atmosphärische Luft hergiebt, wird zur Bildung der neu entstandenen Gasarten (der Koh-

lensäure und des Wasserstoffgasses) consumirt. Selbst theoretische Vermuthungen sollten daher keine Wärmevermehrung erwarten lassen.

Dagegen habe ich öfter das Thermometer in den Gruben steigen sehn, in welchen eine mindere Unreinheit der Luft statt findet, in denen die Lichter dunkel brennen, und die mehr Stickgas als Kohlensaures und Wasserstoffgas enthalten. Hier geht nemlich eine bloße Absorption der atmosphärischen Lebensluft vor. Das Stickgas wird nicht neu gebildet, sondern bleibt unverändert zurück. Der Sauerstoff verliert seine Elasticität und tritt an die metallischen, oder Kohlenstoffhaltigen, oder erdigen Bestandtheile der Lagertätte, welche er umhüllt. Der Wärmestoff, welcher dem Sauerstoff die Elasticität gab, hört auf latent zu bleiben, und wird sensibel. Daher die erhöhte Temperatur so vieler Alaunschiefer-Gruben, der Schwefelkieslagen, in welchen sich kein Wasserstoffgas bildet, und derjenigen Strecken, welche in Kohlenstoffreichem Thonschiefer, in der Hornblende, im Syenit und Grünsteinporphyr getrieben sind!

Auch die Trockenheit *) des Queergesteins vermehrt die unterirdische Wärme. Oft steigt das Thermometer grade da, wo das Grubenholz einige Jahrzehende lang der Fäulniß widersteht. Warum? Weil an solchen Orten nicht kühlende Verdampfungsprozesse vorgehn, welche die durch Luft- und Wasserzersetzung erzeugte Wärme vermindern. Eben die Feuchtigkeit, welche auf der einen Seite die Ziehekraft der säuerungsfähigen Stoffe (*substances acidifiables*) zum Oxygen erhöht, und eine Quelle der Wärme-Vermehrung wird, eben dieselbe muß auf der andern Seite, wegen ihrer Verdampfungsfähigkeit, als Quelle der Wärme-Verminderung betrachtet werden.

Diese Verminderung zeigt sich recht auffallend in ersoffenen Schächten. Da es

*) Vergl. Herrn Oberbergmeister Stelzners Beobachtung über einige Harzer Gruben, als St. Johannes, Neue Benedicte, und mehrere Firstenbaue der Caroline, wo die überaus warmen Wetter nicht ungesund, nicht angreifend für die Brust, und sanften Schlaf erregend sind. Schriften der Berliner Gesellschaft Naturforschender Freunde. B. 7. (1786.) S. 299.

über der Erde nur in einem Aerostate möglich ist, sich allmählig senkrecht über einer Wassermasse zu erheben, und da diese Art von Versuchen noch nirgends angestellt ist, so schien es mir interessant Thermometerbeobachtungen in ersoffenen Schächten anzustellen.

Die Entschiedensten der Art haben mir zwey sehr tiefe Freiburger Gruben, der Kuhschacht und die junge Hohe Birke geliefert, da sie 40 bis 60 Lr. tief mit Wasser gefüllt waren. Ich bemerkte den Thermometerstand von 10 zu 10 Lr. und fand fast regelmässig (die Temperatur der äufsern Luft mochte -8° , oder $+15^{\circ}$ seyn) folgende Luftschichten

- 1) In 5 bis 6 Lr. Teufe im Sommer $+12^{\circ}$,
im Winter $+6^{\circ}$.
- 2) In 10 Lr. Teufe zu jeder Jahreszeit $+10^{\circ}$.
- 3) Eben diese Temperatur, auch wohl $10^{\circ},8$
bis 50 Lr. Teufe und darunter.
- 4) Ein 18 bis 20 Lr. über dem Wasserspiegel
kaum $9^{\circ},5$.
- 5) Ein 10 Lr. über den Wassern 8° , und
- 6) Wenige Fufs darüber meist $8^{\circ},9$ oder gar
etwas über 9° .

Die Temperatur der Luftsäule, in der ich herabstieg, nahm also zu, bis auf einen gewissen Punkt, wo die kälteerzeugende Verdampfung fühlbar ward. Von diesem Maximum an sank das Thermometer um 2° bis 3° bis dicht über dem Wassern, wo es wiederum stieg, weil hier ein Theil der neuerregten Dämpfe sich durch Compression zersetzte *). Ganz ähnliche Versuche habe ich in mehreren Salzschächten angestellt und ich zweifle nicht, dass man den Gang der Thermometer überall gleichmäfsig finden werde, wenn man nur an Orten beobachtet, wo kein beträchtlicher Wetterzug ist.

So weit von der Art, wie der Wärmemesser in den unterirdischen Räumen afficirt wird! Ganz verschieden davon ist die Empfindung der Wärme und Kälte, welche die lichtverlöschenden Luftgemenge in unseren Organen

*) Dieser Zersetzung ist es allein zuzuschreiben, dass Dämpfe, die sich von siedenden Flüssigkeiten erheben, in beträchtlichen Höhen an Wärme zunehmen. In Reichenhall bin ich auf das Dach gestiegen, um die Temperatur der Schwadenfänge zu messen. Die Dämpfe waren hier 2° heisser, als 35 Fuss tiefer am Soolspiegel über der Pfanne.

erregen. Eben so wie uns über der Erde, ein Sommertag heißer als der folgende scheint, wenn gleich das Thermometer an beyden unverändert stehn bleibt, eben so täuscht uns das Gefühl in den Gruben selbst. Matte Wetter werden warm genannt, wenn sie die Quecksilbersäule auch nicht um 0,1 eines Grades ausdehnen. Die geringste Bewegung macht uns in Gruben schwitzen, die um 4° kühler als andere sind, in denen Feuer gesetzt wird. Die Scharfenberger und Burger Wetter in Sachsen und viele englische Gruben, vorzüglich solche, welche mit Kohlensaurem Gas gefüllt sind, bieten diese sonderbare Erscheinung dar. Die Ursachen derselben gehören in das Gebiet der Physiologie, und ich glaube sie im zweyten Band meines Werks über den Chemischen Lebensproceß hinlänglich entwickelt zu haben. Hier ist es genug daran zu erinnern, daß bey der Muskelbewegung Sauerstoff verzehrt (gebunden) wird, daß die Respirations- Organe, von Sauerstoffarmen Luftgemengen*) umgeben, dem Arteriellen Blute weniger

*) Oder solchen die, wie die Kohlensäure dem Körper nicht bloß nicht Sauerstoff zuführen, sondern sogar noch entziehen.

weniger Sauerstoff zuführen, dafs also der thierische Organismus Mangel an diesem ersten und wohlthätigsten aller Reitzmittel leidet, woraus Hemmung der Lebensprocesse, Gefühl der Schwäche und Beängstigung entstehen mufs. In diesem asthenischen Zustande des Muskelsystems wird die Nervenkraft doppelt angestrengt, um den erschlaften Körper zu bewegen. Die Folge dieser Anstrengung ist eine vermehrte thierische Wärme, und eine Wassererzeugung (Schweifs) deren erste Ursache die getäuschte Phantasie in eine erhöhte Temperatur der Lufschichten setzt. Der Bergmann befindet sich dann in eben der Lage, worin Saussure, Pierre, Balme und seine übrigen Begleiter sich auf dem Gipfel des Mont Blanc befanden, wo die leiseste Bewegung sie in Schweifs setzte, weil sie eine unreinere und verdünnte (also in zweifacher Hinsicht Sauerstoffleererere) Luft einathmeten. Der denkende Physiologe wird sich nicht wundern, dafs Muskelanstrengung in einer allzu reinen und allzu unreinen Atmosphäre ähnliche Wirkungen hervorbringt. Das Einathmen der Lebensluft vermehrt die thierische Wärme, weil die Arterien mehr Sauerstoff

annehmen, den Muskeln zuführen und den Lebensproceß in diesen befördern. Sauerstoffarme Gasarten erhöhen jene Wärme, weil sie eine größere Anstrengung der Nervenkraft nothwendig machen. Wie die Nervenfasern diese erhöhte Temperatur hervorbringt, bedarf hier keiner Entwicklung. Dafs sie es aber thut, dafür bürgen die einfachsten Thatsachen. Ein Glied erkaltet so gut, wenn seine Hauptnerven als wenn seine Arterien unterbunden sind. Blosses Anstämmen der Füße gegen ein Brett vermehrt, ohne Bewegung und Reibung, die Wärme eines Bades, und Exaltation der Nervenkraft bringt heftigen Schweiß bey der geringsten Anstrengung hervor *).

*) Wenn man an stillen Sommerabenden aufs freye Feld geht, so kommt man durch einzelne, oft kaum 3 bis 5 Fuß breite Luftschichten, in denen man von einem plötzlichen Gefühl der Wärme auf eine wunderbare Weise afficirt wird. Diese Erscheinung ist sehr gemein und hat zu manchen abentheuerlichen Volksglauben Anlaß gegeben. Diese warmen Stellen rühren schlechterdings nicht von partialen Luftströmungen her; man bemerkt in ihnen keine Luftbewegung, sie zeigen sich nicht etwa in Thälern oder eingeschlossenen Bäumen, sondern auf freien Bruch-

Aeckern; sie sind, wenn man sie untersucht, nicht nach einer Richtung ausgedehnt, sondern oft kaum auf 100 bis 200 Quadratfuß begrenzt. Kein Wunder daher, wenn man solche Stellen für Grabstätte der Erschlagenen oder für den Wohnort gebannter Geister hält! Das Thermometer habe ich nie an solchen warmen Stellen merkbar steigen sehen, und doch ist Pferden und Hunden ihre Wärme so auffallend, daß sie darinn Zeichen der Aengstlichkeit und Verwunderung geben. Sollte auch dieses Phänomen nicht auf der Bildung von Gasarten beruhen, deren Einathmen ein Gefühl der Wärme erzeugt? Die Analogie der Grubenwetter lehrt, daß sich verschiedene Luftgemenge unvermischt neben einander befinden können. Vielleicht ist die Atmosphäre in den wärmern Stellen so wenig von der angrenzenden verschieden, daß ihre Verschiedenheit durch unsere größeren Instrumente nicht dargelegt werden kann, wenn sie gleich hinlänglich ist, um so sensible Thermoskope, als unsere thierischen Organe sind, zu afficiren.

IV.

Feuchtigkeit und Elasticitäts-Veränderung der unterirdischen Atmosphäre.

So wie sich die Wärme der unterirdischen Luftschichten nicht beträchtlich von der mittlern Temperatur der Atmosphäre unter dem 40sten und 50sten Grade der Breite entfernt, so findet fast eben diese Uebereinstimmung zwischen der Feuchtigkeit des über- und unterirdischen Dunstkreises statt. Der Hygrometerstand der Gruben scheint meist zwischen 82° und 95° des Saussurschen Haarhygrometers *) oder zwischen 46° und 70° des neuen Delucschen Fischbeinhygrometers zu fallen. Ich sage ausdrücklich scheint, denn ich kann hier abermals nur meine eigenen und gar nicht zahlreichen

*) In dieser Schrift ist immer das Haarhygrometer gemeint, wenn die Feuchtigkeitsgrade unbenannt sind.

Beobachtungen anführen. Da die Feuchtigkeit der Luftschichten von noch mehreren kleinen partiellen Ursachen, als ihre Temperatur, abhängt, so darf es uns nicht wundern, die erstere noch mehr als die andre wechseln zu sehen. Es giebt Strecken und Orte, in denen das Hygrometer in 2 bis 3 Stunden um 3 bis 4 Grad variirt, ohne dafs die Masse des Queergesteins oder die der angrenzenden Luftschichten verändert worden ist. So fand ich einst in der ungeheuern Steinsalzmasse des Neuen Kapitels zu Berchtoldsgaden die Feuchtigkeit um 9 Uhr an einigen Punkten zu 92° , an andern zu 89° . Das Thermometer stand an den erstern $9^{\circ},8$, an den letztern $9^{\circ},2$. Um 10 Uhr hatten die vormals trocknen Luftschichten bis 93° an Nässe zugenommen, während dafs die vormals nasser bis zu einer Trockenheit von 87° verändert waren. Die angrenzenden Luftschichten hatten ihren alten Feuchtigkeitsgehalt von 90° behalten.

Auf eine ähnliche Weise habe ich an einem andern Tage, im Ferdinandsberg beym First Rehlingstein das Hygrometer in $\frac{3}{4}$ Stunden von 97° auf 86° herabsinken sehen,

annehmen, den Muskeln zuführen und den Lebensproceß in diesen befördern. Sauerstoffarme Gasarten erhöhen jene Wärme, weil sie eine größere Anstrengung der Nervenkraft nothwendig machen. Wie die Nervenfasern diese erhöhte Temperatur hervorbringt, bedarf hier keiner Entwicklung. Dafs sie es aber thut, dafür bürgen die einfachsten Thatsachen. Ein Glied erkaltet so gut, wenn seine Hauptnerven als wenn seine Arterien unterbunden sind. Blosses Anstämmen der Füße gegen ein Brett vermehrt, ohne Bewegung und Reibung, die Wärme eines Bades, und Exaltation der Nervenkraft bringt heftigen Schweiß bey der geringsten Anstrengung hervor *).

*) Wenn man an stillen Sommerabenden aufs freye Feld geht, so kommt man durch einzelne, oft kaum 3 bis 5 Fuß breite Luftschichten, in denen man von einem plötzlichen Gefühl der Wärme auf eine wunderbare Weise afficirt wird. Diese Erscheinung ist sehr gemein und hat zu manchen abentheuerlichen Volksglauben Anlaß gegeben. Diese warmen Stellen rühren schlechterdings nicht von partialen Luftströmungen her; man bemerkt in ihnen keine Luftbewegung, sie zeigen sich nicht etwa in Thälern oder eingeschlossenen Bäumen, sondern auf freien Bruch-

Aeckern; sie sind, wenn man sie untersucht, nicht nach einer Richtung ausgedehnt, sondern oft kaum auf 100 bis 200 Quadratfuß begrenzt. Kein Wunder daher, wenn man solche Stellen für Grabstätte der Erschlagenen oder für den Wohnort gebannter Geister hält! Das Thermometer habe ich nie an solchen warmen Stellen merkbar steigen sehen, und doch ist Pferden und Hunden ihre Wärme so auffallend, daß sie darinn Zeichen der Aengstlichkeit und Verwunderung geben. Sollte auch dieses Phänomen nicht auf der Bildung von Gasarten beruhen, deren Einathmen ein Gefühl der Wärme erzeugt? Die Analogie der Grubenwetter lehrt, daß sich verschiedene Luftgemenge unvermischt neben einander befinden können. Vielleicht ist die Atmosphäre in den wärmern Stellen so wenig von der angrenzenden verschieden, daß ihre Verschiedenheit durch unsere größeren Instrumente nicht dargelegt werden kann, wenn sie gleich hinlänglich ist, um so sensible Thermoskope, als unsere thierischen Organe sind, zu afficiren.

IV.

Feuchtigkeit und Elasticitäts-Veränderung der unterirdischen Atmosphäre.

So wie sich die Wärme der unterirdischen Luftschichten nicht beträchtlich von der mittlern Temperatur der Atmosphäre unter dem 40sten und 50sten Grade der Breite entfernt, so findet fast eben diese Uebereinstimmung zwischen der Feuchtigkeit des über- und unterirdischen Dunstkreises statt. Der Hygrometerstand der Gruben scheint meist zwischen 82° und 95° des Saussurschen Haarhygrometers *) oder zwischen 46° und 70° des neuen Delucschen Fischbeinhygrometers zu fallen. Ich sage ausdrücklich scheint, denn ich kann hier abermals nur meine eigenen und gar nicht zahlreichen

*) In dieser Schrift ist immer das Haarhygrometer gemeint, wenn die Feuchtigkeitsgrade unbenannt sind.

Beobachtungen anführen. Da die Feuchtigkeit der Luftschichten von noch mehreren kleinen partiellen Ursachen, als ihre Temperatur, abhängt, so darf es uns nicht wundern, die erstere noch mehr als die andre wechseln zu sehen. Es giebt Strecken und Orte, in denen das Hygrometer in 2 bis 3 Stunden um 3 bis 4 Grad variirt, ohne daß die Masse des Queergesteins oder die der angrenzenden Luftschichten verändert worden ist. So fand ich einst in der ungeheuern Steinsalzmasse des Neuen Kapitels zu Berchtoldsgaden die Feuchtigkeit um 9 Uhr an einigen Punkten zu 92° , an andern zu 89° . Das Thermometer stand an den erstern $9^{\circ},8$, an den letztern $9^{\circ},2$. Um 10 Uhr hatten die vormals trocknen Luftschichten bis 93° an Nässe zugenommen, während daß die vormals nasseren bis zu einer Trockenheit von 87° verändert waren. Die angrenzenden Luftschichten hatten ihren alten Feuchtigkeitsgehalt von 90° behalten.

Auf eine ähnliche Weise habe ich an einem andern Tage, im Ferdinandsberg beym First Rehlingstein das Hygrometer in $\frac{3}{4}$ Stunden von 97° auf 86° herabsinken sehen,

ohnachtet in allen Nebenverhältnissen des Lokals keine Veränderung sichtbar war. Was anders kann dieses Sinken bewirkt haben, als Zersetzungen, die in den unterirdischen Luftgemengen vorgehn, und bey denen sich das Wasser bald auflöst, (gleichsam latent macht) bald abscheidet.

Im Ganzen ist die Feuchtigkeit der Grubenwetter beträchtlicher, als man bey der Trockenheit des Queergesteins und der Zimmerung vermuthen sollte. Mangel an elektrischer Ladung und Abwesenheit des Lichts sind vielleicht die Hauptursachen dieser Erscheinung. Luftelektricität und Sonnenlicht befördern über der Erde die chemische Auflösung des Wassers in Luft. Sie vermindern nicht den Wassergehalt der Atmosphäre, aber sie entziehen denselben den Hygroskopen, welche bloß die Fähigkeit des Mediums, Wasser mitzutheilen, anzeigen. In den unterirdischen Luftarten, wo die elektrische Ladung gering ist, und das Sonnenlicht gänzlich fehlt, sind die Dünste immer verdichtet und abgeschieden. Sie wirken perpetuirlich auf das Hygrometer und lassen dasselbe vielleicht nie unter 80° bis 82° zurück gehn.

So wie wir oben aus gewissen Lichterscheinungen und Selbstentzündungen auf die Existenz elektrischer Explosionen geschlossen, so giebt es andre eben so seltene Phänomene, welche mit einer Wolkenbildung im Innern der Erde verglichen werden können. Ich erwähne hier nicht der isolirten Luftschichten, in denen das Hygrometer 95° zeigt, wenn es rundumher auf 85 steht, sondern einer wirklichen sichtbaren Anhäufung von Dunstbläschen, die sich aus alten Gesenken und aus wetternöthigen Schächten erheben. Die Sagen alter Bergleute von blauen Wölkchen und kalten Dämpfen, die sich bald an der Firste einer Strecke hinbewegen, bald in beträchtlichen Weitungen (in Radstuben oder im Pfeilerbau) schwebend erhalten, bald vor dem Fahrenen wegfliehen, bald auf ihn zukommen, um sein Grubenlicht auszulöschen. Diese Erzählungen, welche man in den entferntesten europäischen Gebirgen wiederholt hören kann, scheinen mir keineswegs fabelhaft. Sehr glaubwürdige und ruhige Beobachter haben mir dieselben bestätigt und ich bin selbst einmal so glücklich gewesen, aus einem nicht mit Wasser aber mit Kohlensäure gefülltem Gesenke einen

blauen Dampf aufsteigen zu sehn, der sich plötzlich, ein 3 bis 4 Fufs hoch über dem Rundbaume, zu einem scharf-begrenzten graulichweissen Gewölkchen bildete. Wenn ich mich demselben bis auf eine Entfernung von 2 Lr. näherte, so verlöschte zwar das Grubenlicht nicht, aber die Grenzen des Gewölks wurden unmerklich. In 3 bis 4 Lr. Entfernung sahe ich es von neuem und da ich endlich das Licht in die graulichweissen Luftschichten zu tauchen wagte, verlösch dasselbe augenblicklich, die Bewegung der ganzen Luftmasse hatte nun zugleich auch die Dünste verstreut. Im Gebirge *) Rancie, besonders in der Grube Teil, sind die irrespirablen Gasarten sehr häufig in der Gestalt milchweisser Nebel (Pouls) bemerkt worden. Zu Schwaz in Tyrol nennt man ähnliche Erscheinungen dampfige Wetter. In Derbyshire und Cornwall zeigt sich das brennbare Gas sehr häufig in Gestalt kleiner milchweisser Wölkchen, die wenn sie sich theilen, sichtbare

*) Peirouse von den Eisenbergwerken der Grafschaft Foix, übersetzt von Herrn Karsten p. 35.

Fäden bilden. Wir werden unten auf diese Phänomene zurückkommen. Dieses Sichtbarwerden sonst durchsichtiger Gasarten beruhet unstreitig auf einer Bildung von Dunstbläschen, auf einem Wassergehalt, der die Lichtstrahlen theils bricht, theils zurückwirft.

Wir sehen, daß es in dem Innern der Erde zwar nicht förmlich regnet und blitzt, daß es aber wenigstens thauet und wetterleuchtet, und daß kleines Gewölk sich in diesen Regionen, wie in den obersten Schichten des Dunstkreises, bildet.

Auch Winde entstehn im Kleinen unter der Erde wie über derselben. In den bisherigen Schriften über die Bergbaukunde wird jeder Wetterwechsel (das Ein- und Ausziehen der Wetter) der Tiefe communicirender Schächte, der Richtung der Stollen-Mundlöcher und der veränderten Elasticität der äußern Luftschichten zugeschrieben. Wenn man aber eine und dieselbe Grube oft hintereinander befährt, und genaue Beobachtungen über die Bewegung der unterirdischen Luftmasse anstellt, so überzeugt man sich leicht, daß diese Bewegung nicht immer aus der (von Duhamel und Jars auf den Grubenbau

angewandten) Theorie communicirender Röhren erklärt werden kann. Die Grubenwetter verhalten sich nicht bloß leidend, sondern erregen selbst eine Luftbewegung, indem in ihrem Innern Zersetzungen vorgehn, durch welche Wärmestoff gebunden oder entbunden, Feuchtigkeit aufgelöst oder abgeschieden wird. Sie verändern ihre Elasticität, und aus diesen Veränderungen erfolgen Strömungen, die (unter einerley äußern Bedingungen) die entgegengesetztesten Richtungen annehmen. Dagegen stöhen eben so oft gewisse unathembare Gasarten den Wetterwechsel da, wo er nach aërodynamischen Gesetzen eintreten sollte. Ich habe Schächte beobachtet, aus denen selbst im Sommer die Grubenwetter so rasch auszogen, daß das Grubenlicht kaum brennend erhalten werden konnte. So oft aber die communicirende Strecke mit einem Gemenge von Kohlen-säure und Stickgas gefüllt war, schien fast alle Luftbewegung gehemmt.

V.

Chemische Beschaffenheit der unterirdischen Atmosphäre, und Analyse ihrer Beschaffenheit.

Bis hieher haben wir die allgemeinen Verhältnisse der unterirdischen Atmosphäre, ihren Lichtmangel, ihre magnetische und elektrische Ladung, ihren Wärmegehalt, ihre Feuchtigkeit und ihre Elasticitäts-Veränderung untersucht. Wir kommen jetzt auf ihre chemische Beschaffenheit und die Analyse ihrer Bestandtheile. Wenn ein Schacht abgesunken, oder ein Stollen angesetzt wird, so dringt die atmosphärische Luft in die Weitungen ein, welche die Kunst des Bergmanns in der Erdrinde aushölet. Wären in diesen Weitungen keine Kräfte wirksam, welche die Beschaffenheit der eindringenden Luft modificirten, so würde diese, aus Stickstoff, Sauerstoff und Kohlensaurem Gas zusammengesetzt, sich in dem relativen Verhältniß ihrer drey Bestandtheile

unter der Erde, eben so als über derselben, und an beyden Punkten fast gleichzeitig verändern. In einem völlig leeren und ausgemauerten Keller, der durch ein langes Gewölbe mit der äufsern Atmosphäre communicirte, habe ich mehrmals die Luft untersucht. Wenn sich die Atmosphäre um 0,02 bis 0,03 Sauerstoff verschlechterte, so wurde diese Verschlechterung fast gleichzeitig in dem Keller beobachtet. Der Ferdinandsberg zu Berchtoldsgaden ist ein Stollen, der im Frühjahr frische Wetter hat, und in sauberer unversehrter Zimmerung steht. Ueber 360 Lachter vom Mundloch weg sammelte ich darin am 11ten und 12ten April dieses Jahres Luft. Sie enthielt einmal 0,267, den folgenden Tag 0,274 Sauerstoff. Eben dieser Unterschied von 0,013 Oxygen, oder von 3 Fontana'schen Graden fand sich in der äufsern Luft auf dem Schlosse Adelsheim, etwa 3 bis 4000 Fufs von der Steinsalzgrube entfernt. Der Himmel war zwar an beyden Tagen gleich heiter und blau, aber ein heftiger Wind reinigte die Luft, da er von den Schneebergen herabblies.

An den meisten unterirdischen Orten ist aber leider! die Luft weit davon entfernt, der

Reinheit und den Veränderungen der äußern Atmosphäre zu folgen. Alles, was die Luftmasse umgiebt, wirkt hier auf sie ein. So wie wahrscheinlich *) in den Gewölben, welche die Erdwärme unter den Gletschern aushöhlt, das schmelzende Eis eine Sauerstoffreichere Luft hervorbringt, so vereinigen sich dagegen in unsern Bergwerken die feindseligsten Umstände, um die Menge der atmosphärischen Lebensluft zu vermindern, oder Gasarten zu erzeugen, welche diese Lebensluft umhüllen. Das Queergestein, in welchem man auffährt, die Erze oder Kohlenstoffhaltigen Fossilien, auf welche der Bergbau |gerichtet ist, die Zimmerung, (Grubenholz) die unterirdische Vegetation, die stehenden Wasser, das Feuersetzen und Schiefsen, das Athmen vieler Menschen, die Unreinheit ihrer Kleider, und das Brennen der Lichter sind die Hauptursachen, welche die chemische Natur der Grubenwetter

*) Weil in den Zwischenräumen des Schnees, so wie des Eis- und Regen-Wassers eine Sauerstoffreiche Luft vorhanden ist. Wir kommen unten auf dies Phänomen zurück.

modificiren. Da nur die genaueste Kenntniss dieser Ursachen auf Mittel gegen den Wettermangel leiten kann, so müssen wir uns hier auf eine Zergliederung der ersteren einlassen.

Der Einfluss, welchen der Contact des Queergesteins, das heisst, einer Metall-leeren Gebirgsart, auf die unterirdische Luftmasse hat, gehöret zu den Verhältnissen, deren Beschaffenheit noch wenig ergründet ist. Wir sehen das Stollen und Strecken, welche im Granit, Gneifs, und Glimmerschiefer getrieben worden, mit reinern Wettern gefüllt sind, als andere im Syenit oder Alaunschiefer. Woher diese Unterschiede? Das Queergestein wirkt auf zwiefache Weise, einmal durch die Luft, welche in seinen Zwischenräumen mechanisch enthalten ist, und dann durch die chemischen Zersetzungen, welche es (den Ziehekräften seiner Bestandtheile gemäfs) hervorbringt. Die mechanisch eingeschlossene Luft ist (wie die im ersten Abschnitt erzählten Versuche lehren) um 0,03, bisweilen 0,05, ja bis 0,09 Sauerstoff unreiner als die atmosphärische Luft *). In Gebirgsarten, welche sehr Kohlen-

*) Wenn man diese zu 0,28 Sauerstoff annimmt, bedeutet ein um 0,09 unreineres Gemenge eine Luftart,

stoffhaltig sind, mag diese Unreinheit noch gröfser seyn. So wie das Queergestein durchbrochen, ja mit Schlegelarbeit und Bohren, in kleinen Theilen, fast zu Staub zerstückelt wird, dringt die eingeschlossene Luft aus den kleinsten Zwischenräumen heraus. Der Masse nach ist die Menge derselben zwar nicht sehr beträchtlich, aber doch gröfser, als man auf den ersten Blick vermuthet. Wenn in meinen Versuchen das Wasser in 27 Stunden aus 6 bis 8 Kubik Zoll Kalk- oder Sandstein kaum $\frac{2}{3}$ Kubikzoll Luft verdrängte, so kann man schliessen, dafs bey einer Trennung, welche tiefer in das Innere dränge, vielleicht 2 bis 3 Kubikzoll ausgetrieben worden wären. Je fester das Gestein ist, je näher die Brunnen neben einander angesetzt werden müssen, desto staubartiger fallen die Berge aus. Gesetzt also, dafs vor einem Orte, in einer Woche nur $\frac{3}{4}$ Lachter aufgefahren werden, so wird (bey der gewöhnlichen Ortstofshöhe von 1 bis $\frac{5}{4}$ Lachter) in einer achtstündigen Schicht an 12 Kubikfufs Queer-

welche aus 0,19 Sauerstoff und 0,81 Stickstoff + Kohlensäure besteht. Diese Erläuterung wird allem Mißverständniß ähnlicher Bezeichnungen abhelfen.

gestein zerkleint oder vielleicht 4 Kubikfuss Sauerstoffarme eingeschlossene Luft verdrängt. Diese 4 Kubikfuss können in engen Räumen allerdings schon auf die Respiration und das Brennen der Lichter wirken. Wenigstens sind sie wichtig genug, um ihrer bey einem Phänomene zu erwähnen, das nur durch eine große Anzahl kleiner, unbedeutend-scheinender Ursachen hervorgebracht wird.

Außer den Zwischenräumen, welche sich in jeder Gesteinsart finden, wirken auch die Klüfte auf die Beschaffenheit der Grubenwetter. Sie bilden ein mannigfaltiges Gewebe von Luft-Kanälen in dem Innern der Erde. Wenn man brennende sehr dünne Holzspäne gegen ihre Oefnungen hält, so sieht man, daß sie fast alle die Flamme von sich stoßen und also luftförmige Flüssigkeiten aushauchen. Bey den größern Spalten die 1 bis 4 Zoll breit und als unausgefüllte Gänge zu betrachten sind, ist die Menge der ausgestoßenen Luft oft so ansehnlich, daß sie das stärkste Grubenlicht ausbläst. Gewöhnlich ist die Gasart welche aus den Klüften strömt, wohl nur ein Gemenge von Lebensluft und Stickluft, in dem der

Antheil

Antheil der ersten sehr gering ist. Im Mordlauer Stollen zu Steeben, sammelte ich Luft welche eine Kluft in aufgelösten Thonschiefer ausstiefs. Sie enthielt nach dem unvollkommenen Phosphor-Eudiometer 0,13 Sauerstoff, während dafs die äufsere (oder Tages-) Luft in demselben Instrumente 0,25 zeigte. In den Klüften des Mandelsteins bey Bernek (ein grünsteinartiger Mandelstein, welcher ein Alaunschiefer-Flöz einschliesst) fand ich eine Luft, die im Schwefelleber-Eudiometer in 2 Versuchen eine Absorption von 0,15 und 0,17 zeigte, während dafs bey demselben Verfahren von der Tagesluft 0,25 verschwanden. Nur die aus der Kluft strömende Luft war so unrein, die Wetter der Strecke gaben dasselbe Resultat, als die Tagesluft. Die Instrumente waren unvollkommen, in so fern man die absolute Menge der vorhandenen Lebensluft bestimmt haben will. Zu Verhältniszahlen waren sie vollkommen genug! In Berchtolsgaden ist, in dem eingestürzten Dietrichs-Sinkwerk (im Salzthon) eine breite Kluft, welche, als ich die Luft derselben sammelte, die Flamme lebhaft von sich stiefs. Diese Luft wurde sehr sorgfältig durch Salpetergas untersucht. Sie

enthielt 0,258 Sauerstoff, da die äufsere Luft zu 0,276 war. Ein 12 Lachter zurück fand ich die Grubenwetter zu 274, also fast der Tagesluft gleich. Aber diese Stickstoffreichen Luftgemenge, welche die Klüfte aushauchen, sind unstreitig nichts anders, als Ströme reiner atmosphärischer Luft, welche in das Innere der Erde eindringen, und daselbst in Berührung mit säuerungsfähigen Basen *) eines grossen Theils ihrer Lebensluft beraubt werden.

Auch Kohlensaures- und Wasserstoffgas entwickeln sich in einzelnen, wenn gleich seltenen Fällen aus den offenen Klüften des Queergesteins. Wenn der Kohlenstoff der atmosphärischen Luft nicht blofs Sauerstoff entzieht, um ein festes Oxide zu bilden, sondern wenn er im gesättigteren, oxidirteren Zustande sich gasförmig entbindet, so entstehn Gemenge von Kohlensaurem Gas, und Sauer-

*) Durch diesen Ausdruck werden alle Stoffe bezeichnet, welche eine grosse Affinität zum Sauerstoff äussern, als Phosphor, Schwefel, Metalle, Kohlenstoff, Hydrogen, Azote. Wir werden bald sehen, dafs auch die einfachen Erden gewissermaassen dazu gehören.

stoffarmen Stickgas. Diese Gemenge bemerkt man besonders in Steinkohlen- und Alaunschiefer-Gruben. Auf dem Fuchsstollen, in der Waldenburger Revier, klagt man über Lichtverlöschende Wetter, so oft ein neues Steinkohlenflöz überfahren wird. Dasselbe Phänomen ist sehr oft am Westerwalde und in der Grafschaft Mark, ja neueren Nachrichten zufolge, auch bey Valenciennes bemerkt worden. Die Steinkohlenflöze sind nemlich meist durch eine weite Kluft (Ablosung) von ihrem Dachgestein getrennt. Diese Weitung füllt sich (durch Luft- und Wasserzersetzungen) mit Kohlensaurem oder Wasserstoffhaltigem Gas aus, und der Luftmasse, die sich in Jahrhunderten gebildet und angehäuft hat, wird bisweilen durch einen Schufs oder einen Hieb des Bergmanns ein Abzug verschafft. War der Schwaden beträchtlich angespannt oder zusammengedrängt, so fährt er bisweilen mit solcher Gewalt heraus, daß der unglückliche Arbeiter nicht Zeit hat zu entfliehen. In dem nördlichen England, wo jene Wetter meist sehr entzündlich (Wasserstoffhaltig) sind, gebraucht daher der Bergmann die Vorsicht, im Finstern zu arbeiten, so oft er ein Kohlen-

flöz anzuhauen besorgt. Klüfte, aus denen permanente Ströhme von brennbarem Gas ausziehen, und welche, angezündet, viele Stunden lang brennen, sind in Steinkohlengebirgen etwas gar nicht seltenes. In den Alaunschiefergruben, welche zwischen Franken und Sachsen, am Thüringer Waldgebirge im Thonschiefer liegen, kennt man Klüfte, welche (fast wie intermittirende Quellen) Stofsweise, oder von Zeit zu Zeit, Köhlensaueres Gas aushauchen. Die Ursachen, welche dasselbe im Innern der Erde bilden, müssen nicht immer gleich wirksam seyn. Wochenlang sind die Strecken gar nicht mit Schwaden gefüllt, und in wenigen Stunden verlöschen alle Grubenlichter in der Nähe jener Klüfte. Da die Feuchtigkeit die Abscheidung des atmosphärischen Sauerstoffs durch Thonerdige, Kohlenstoffhaltige Fossilien hauptsächlich befördert, so kann vielleicht ein stärkerer oder schwächerer Zufluss des Wassers jene periodischen Luftentwickelungen verursachen.

Wir haben bis hieher das Queergestein betrachtet, in so fern es durch seine Oefnungen (Poren und Klüfte) den unterirdischen Weirungen Luft zuführt. Allgemein wirksamer

ist aber seine Einwirkung auf die Grubenluft, in so fern diese es unmittelbar berührt. Zu Scharfenberg im Sächsischen Erzgebirge sind Strecken, die im Metalleeren Syenit getrieben sind, in denen Monate lang kein Arbeiter fährt, kein Geleuchte brennt und kein Grubenholz fault, mit den beängstigendsten Wettern gefüllt. Noch mehr! In den Steinsalzgruben zu Berchtoldsgaden und Hallein im Salzburgischen, zu Ischel und Hallstädt in Ober-Oestreich, zu Aufsee in Steyermark und zu Hall in Tyrol (die ich zum Theil mehrmals befahren) bilden sich in unverzimmerten Strecken, die im Steinsalz und Salzthon getrieben sind, die tödtlichsten Gasarten. Kaum wird ein Sinkwerk verdämmt, um die süßen Wasser darin anzuspannen, so verlöschen nach wenigen Tagen bereits alle Lichter. Diese Luft-Verderbung dem reinen, mitten im Salzstock nicht faulenden Wasser zuzuschreiben, wird niemanden einfallen. Ja, ist die Soole abgelassen, und wird das Sinkwerk geöffnet, so findet der Bergmann oft seinen Tod, wenn er allzufrüh in dasselbe herabfährt. In Erzgruben kann man oft 2 bis 300 Lachter auffahren, ohne an Wetterschächte zu

denken, und in Steinsalzflözen verlöschen die
Lichter, wenn man Oerter treibt, denen nicht
durch Luftstiegen und Wetterbläser Luftwech-
sel verschafft wird.

Ich bin oft erstaunt über die Zersetzungen
der atmosphärischen Luft, welche ein Gemenge
von Thon und Steinsalz hervorbringen
kann. Am 3ten Dezember 1797 untersuchte
ich zu Salzburg zwey Luftgemenge, welche
mit großer Vorsicht in zwey alten Sinkwerken
der Steinsalzgrube zu Berchtoldsgaden
gesammelt waren. Das eine bestand aus

0,183 Sauerstoffgas

0,788 Stickstoffgas

0,029 Kohlensäure

1,000.

Das andre aus

0,162 Sauerstoffgas

0,824 Stickstoffgas

0,014 Kohlensäure

1,000.

Jede Gasart wurde mehrmals untersucht,
und drey Experimente (die ich, wie alle meine
Salzburger Arbeiten, im Beyseyn und mit der

thätigen Hülfe meines Freundes, des Herrn von Buch anstellte) wichen in den Resultaten für den Sauerstoff nicht um 1 Fontana'schen Grad, für die Kohlensäure nicht um 0,005 von einander ab. An eben dem Tage, als die Berchtoldsgadner Grubenwetter gesammelt waren, zeigte die Atmosphäre zu Salzburg 0,258 Sauerstoffgehalt. Durch die freundschaftliche Güte des Herrn Oberbergmeisters Brückner und des Herrn Sudverwalters Ritter erhielt ich lichtverlöschende Wetter aus dem Steinsalzflöz zu Aufsee in Steyermark geschickt. Die Flaschen waren ohne Wasser und vortreflich verpicht. Die Luft aus dem Johann Matzen-Wöhr *) gab, in drey Versuchen, im Fontana'schen Eudiometer (von 100 Theilen der zu prüfenden Luft und 100 Theilen Salpetergas) einen Rest von 127, $126\frac{3}{4}$, $127\frac{1}{2}$. Durch Prüfung der in Salpetergas präexistirenden Stickluft, welche abgezogen werden muß, fand sich das Gemenge, bestehend aus:

*) Wöhr, Werre, ist gleichbedeutend mit Sinkwerk, und drückt die ungeheuren Weirungen aus, in welche süsse Wasser geleitet werden, um den Steinsalzhaltigen Thon auszulaugen.

0,205 Sauerstoffgas

0,772 Stickstoffgas

0,023 Kohlensäure

1,000.

Die Wetter aus den Mayerhöfen-Wöhr enthielten gar

0,149 Sauerstoffgas

0,816 Stickstoffgas

0,035 Kohlensäure

1,000.

Doch selbst dieses Gemenge wurde noch an Sauerstoffmangel von dem übertroffen, welches der Salzthon im Dismar Herrisch-Wöhr zu Aufsee hervorbrachte. In diesem fand ich (es verschwanden im Fontana'schen Eudiometer von 200 Theilen nur 34 bis 35 und $34\frac{1}{2}$)

0,095 Sauerstoffgas

0,890 Stickstoffgas

0,015 Kohlensäure

1,000.

Eine andre Flasche aus dem Dismar Herrisch-Wöhr, welche vielleicht noch tiefer an der Soole und von der Luftstiege entfernter gesammelt war, enthielt

0,082	Sauerstoffgas
0,853	Stickstoffgas
0,065	Kohlensäure
1,000.	

Diese geringe Verschiedenheit der Luftbeschaffenheit muß uns nicht wundern, da eine große Zahl andrer Versuche lehrt, daß in den Gruben die heterogenesten Luftarten Monate lang unvermischt neben einander stehn.

Wir sehen demnach, daß die atmosphärische Luft, wenn sie in die Steinsalzgruben eindringt, in Berührung mit dem feuchten Salzthone bis $\frac{19}{100}$ von ihren Sauerstoffgehalt verliert. Woher diese Eigenschaft eines Erdgemenges, wie Phosphor und Schwefelalkali, den Sauerstoff vom Stickstoff abzuscheiden? Ist es entschieden, daß jene Abscheidung dem Salzthone, dem Queergestein der Steinsalzgruben und nicht andern zufälligen uns unbekannten Nebenverhältnissen zuzuschreiben ist?

Um diese wichtige Frage zu entscheiden, setzte ich reines Steinsalz und Salzthon von leberbrauner Farbe in Berührung mit atmosphärischer Luft, deren Reinheit (Sauerstoffgehalt) durch vielfältige Versuche geprüft war. Stein-

salz und Salzthon waren mit Wasser befeuchtet, und beyde Gefäße bald mit Quecksilber bald mit Wasser gesperrt. Um nicht durch Einwirkung des letzteren auf die Luft getäuscht zu werden, setzte ich dieselbe atmosphärische Luft in einer dritten Glocke mit bloßem Wasser in Berührung. Diese Versuche, welche ich während meines Aufenthaltes in Salzburg, Berchtoldsgaden und Paris mannigfaltig abgeändert habe, gaben folgende Resultate, Nach Verlauf von 48 Stunden war bey einer Temperatur von 10° R. die Luft, welche den feuchten Salzthon berührte, um 0,02 bis 0,03 Sauerstoff verschlechtert. Die mit Steinsalz und die mit reinem Wasser eingesetzte Luft zeigte sich unverändert, nemlich zu 0,76 Sauerstoff. Am neunten Tage enthielten die letztern beyden Gasarten 0,265, die mit Salzthon gesperrten kaum 0,203 Sauerstoff. Am 18ten Tage fand ich jene zu 0,250 und 0,255 und diese zu 0,140 Sauerstoff. Der Salzthon hatte demnach volle 0,13 Lebensluft absorbirt! In andern Versuchen sperrte ich die atmosphärische Luft gar nicht mit Wasser, sondern ich warf angefeuchtete Stücke Salzthon in Cylindergläser, welche mit eingeriebenen Stöpseln fest ver-

geschlossen waren. Der ganze Apparat wurde unter Wasser gesenkt. Zum Gegenversuche sperrte ich oft dieselbe atmosphärische Luft in ähnliche eingeriebene Gläser. In 15 bis 20 Tagen zeigte sich keine Veränderung an denselben. Wie sollte sie sich auch, von reinem Glase berührt, verändern? Denn Unterschiede von 0,003 bis 0,004 die sich bisweilen fanden *), müssen der Ungeschicklichkeit des Experimentators zugeschrieben werden. Diese Gegenversuche bedürfen daher keiner Erwähnung,

*) Alle genauen Untersuchungen auf Sauerstoffgehalt eines Luftgemenges, welche in dieser Schrift erwähnt werden, gründen sich auf die zusammengesetzten Methoden einer Zerlegung durch Salpetergas, Schwefelsaure-Eisenauflösung und oxygenirte Kochsalzsäure. Diese Methode, welche durch eine große Zahl, in den Laboratorien der Herren Vauquelin und Guyton angestellter Versuche bestätigt worden ist, und welche diese Chemisten selbst für die sicherste unter den bisher beschriebenen halten, unterscheidet genau bis 0,003 eines Luftgemenges. Man vergleiche mein *Mémoire sur le gaz nitreux et ses combinaisons avec l'oxygene* und Herrn Vauquelin's *Notice sur l'action du sulfate de fer sur le gaz nitreux* in den *Annales de Chimie* an 7.

dagegen stelle ich der Kürze wegen eine Zahl, der mit Salzthon angestellten in einer Tabelle zusammen. Die Absorption war natürlich in verschiedenen Flaschen ungleich. Feuchtigkeit, Temperatur, die Beschaffenheit des Salzthons und hundert nicht aufzuzählende kleine Ursachen können die Absorption des Sauerstoffs bald mehr bald minder befördern. Es giebt Abänderungen des Salzthons, welche halbhart und graulich schwarz sind, und welche erst bey einer sehr hohen Temperatur auf die Luftzersetzung wirken.

Sauerstoff- gehalt der mit Salzthon in Berüh- rung gesetz- ten Luft	Sauerstoff- gehalt nach der Berüh- rung mit Salzthon	Dauer nach Tagen	Tempera- tur der Glocken.
0,264	0,253	1 $\frac{1}{2}$	16°
	0,242	5	—
	0,220	12	—
	0,195	14	—
	0,180	16	—
0,284	0,235	3	10°
	0,220	6	—
	0,220	8	—
	0,175	14	—
0,284	0,205	12	9°
	0,160	17	—
	0,103	20	—
0,284	0,168	12	9°
	0,123	17	—
	0,104	20	—
0,273	0,117	16	17°
	0,042	22	—
0,104	0,082	3	12°
	0,082	15	—
0,275	0,103	10	15°
	0,042	14	—

Ich hätte diese Tabelle beträchtlich erweitern können, wenn ich alle in meinen Tagebüchern aufgezeichneten Versuche zusammenstellen wollte. Der Gang der Luftzersetzung ist aber derselbe. Die Luftmenge zu 0,10, zu 0,17 und zu 0,04 Sauerstoff verlöschten augenblicklich eine brennende Wachskerze. Die in dem vorletzten Versuch erwähnte Luft zu 0,10 Sauerstoffgas war die, welche am 20sten Tage in dem 4ten Versuche übrig blieb. Ich ließ einige Kubikzoll davon, in ein andres mit frischem Salzthon angefeuchtetes Glas steigen. In drey Tagen waren wirklich wieder 0,02 Lebensluft verschluckt. Ich hoffte bey längerer Berührung reines Stickgas zu bereiten. Aber die Absorption hatte ihr Maximum erreicht, nur nach funfzehn Tagen fand ich dieselbe Luftgüte von 0,082. Die letzten Theile des Sauerstoffgas waren (wie wir es bey allen Eudiometerversuchen mit Phosphor und Schwefelalkali täglich sehen) vom Stickstoff so umhüllt, mit diesem so innig gemengt, daß der Salzthon kein 0,01 mehr abzuscheiden vermochte.

Unter meinen Glocken im Zimmer sah ich also sich dieselben lichtverlöschenden Wetter bilden, welche tief unter der Erde in den Sink-

werken der Steinsalzflöze gefunden werden. Die sauerstoffärmste Luft, welche ich aus dem Dismar Herrisch Wöhr in Steyermark untersucht, enthielt noch 0,08 Oxygen. Meine künstlich gebildeten Wetter waren noch ärmer an Lebensluft. Sie enthielten nur 0,004 und bisweilen (wie wir bald sehen werden) noch weniger. Der Kunst war es also geglückt, die Wirkung der Natur im Kleinen, und zwar auf demselben Wege nachzuahmen.

Da der Salzthon (eine den deutschen Mineralogen noch wenig bekannte Gebirgsart, welche fremdartige Lagen im Alpenkalkstein oder Zechstein macht, und welche dem Steinsalze eben so eigenthümlich als der Schieferthon den Steinkohlen ist,) schnell eine so große Menge Lebensluft zersetzte, so entstand die Frage, ob sich zugleich neue Gasarten bilden, und ob überhaupt das übrigbleibende Luftgemenge an Umfange abnimmt? Am 6ten Februar 1798 setzte ich zu Salzburg 300 Theile atmosphärische Luft zu 0,284 Sauerstoff mit Salzthon in Berührung. Am 7ten April fanden sich nur noch 246 Theile, und diese enthielten nur 0,033 Sauerstoff. Ein Theil derselben nahm mit reinem Salpetergas

nur um 0,12 an Umfang ab. Phosphor in den Ueberrest (ein Gemenge von Salpeter- und Stickgas) gebracht, verlöschte in 30 bis 40 Sekunden. Er würde gewiß gar nicht geleuchtet haben, wenn nicht jede Wasserbewegung, wie die Experimente der Herren Scherer, Jäger und Eimbke lehren, etwas Sauerstoff *) entwickelte. Von 300 Theilen Luft waren demnach in 18 Tagen 54 verschwunden. Durch den Kohlensäuremesser fand ich, daß die übrigen 246 Theile, (nach drey Versuchen 0,072, 0,065 und 0,075) also im Durchschnitt 0,07 Kohlensäure enthielten. Hieraus ergibt sich folgende ziemlich zuverlässige Rechnung:

3000 Theile atmosphärischer
Luft enthielten:

852 Sauerstoffgas

2103 Stickstoffgas

45 Kohlensäure

3000.

Der

*) Sauerstoff, aus der in den Zwischenräumen des Wassers mechanisch enthaltenen Stickstoffreichen Luft.

Der Ueberrest von 2460
Theile enthielt

81 Sauerstoffgas
2207 Stickstoffgas (mit Hydrogen ge- mengt)
172 Kohlensäure
2460.

Nun enthalten die $172 - 45 = 127$ Theile Kohlenstoffgas, welche sich neu gebildet haben, 35,5 Oxygen. Demnach sind, da in jenen 2460 Theilen sich nur $35,5 + 81$ Sauerstoff wiederfinden, 735,5 verloren gegangen, d. h. von 0,028 Oxygen sind 0,024 in fester Gestalt an den Salzthon getreten! Das Stickgas hat während der Luftzersetzung sehr unbedeutend, nemlich um 104 Theile auf 2460, oder um 0,004 zugenommen. Dieser Umstand ist aber schwerlich einer neuen Erzeugung von Azote, sondern wohl nur einer Vermengung desselben mit Hydrogen zuzuschreiben. Vielleicht bewirken auch noch zwey andre Umstände jene Vergrößerung des Volums: einmal die Stickstoffreiche Luft, welche mechanisch in den Zwischenräumen

des Thons enthalten ist, und welche ich durch ein vorhergehendes Einweichen nie ganz austreiben konnte, und dann die veränderte Elasticität des Stickgases. Wir wissen aus Herrn Prony's Erfahrungen, dafs die Ausdehnungen der atmosphärischen Luft bey verschiedenen Thermometergraden ganz andern Verhältnissen folgen, als man aus den bekannten Elasticitäten des Azot's und Oxygens berechnen würde. Sollte nicht das Stickgas, wenn es fast von allem Sauerstoff geschieden ist, ein andres Volum als vor dieser Scheidung annehmen? Bey so feinen Versuchen ist es in der dormaligen Lage unsrer analytischen Chemie unmöglich, von jedem 0,01 befriedigende Rechen-schaft zu geben.

Ein Experiment glaubte ich genauer zergliedern zu müssen, um zu beweisen, 1) dafs das Volum der mit Salzthon eingeschlossenen Luft beträchtlich verändert wird, 2) dafs nur ein kleiner Theil des absorbirten Sauerstoffs als Kohlensäure auftritt, und 3) dafs das atmosphärische Stickgas wahrscheinlich unverändert und unvermehrt übrig bleibt. Hier die blofsen Resultate einer Reihe ähnlicher Versuche, die ich aus meinen Tagebüchern ausziehe, und

die bey einer Temperatur von 12° bis 17° R. angestellt wurden.

Theile atmosphärischer Luft, zu 0,27 Oxygen, welche mit Salzhthon in Contact gesetzt wurden.	Theile, welche nach 15 bis 23 Tagen übrig blieben.	Das Residuum enthielt	
		Sauerstoffgas.	Kohlensäure.
250	212	0,10	0,04
460	418	0,18	0,02
300	260	0,07	0,08
520	492	0,20	0,04
500	446	0,11	0,07

Die Zahlen selbst sind sämtlich nach der in Girtanners Chemie angegebenen Formel für den veränderten Barometer- und Thermometerstand corrigirt, und auf eine Temperatur von 10° R. reducirt. Aus diesen fünf Versuchen ergiebt sich die Menge des Stickgases:

vor der Absorption des Sauerstoffs	nach der Absorption
---------------------------------------	---------------------

221

219

183

181

336

334

379

377

365

366

Diese kleinen Ungleichheiten des Volums sind zum Theil bloßen Versehen im Experimentiren zuzuschreiben!

Aber nicht der Salzthon allein, auch anderer Letten, in dem so häufig der braune Eisenstein einbricht, der Schieferthon, welcher die Steinkohlen begleitet und die weiße Thonerde, welche sich am Mont-Martre bey Paris zwischen den Gypslagen findet, und mit dem man in den Laboratorien lutirt, — scheiden den Sauerstoff aus der Atmosphäre ab. Ich habe mit Herrn Vauquelin einen Versuch angestellt, in welchem in gleicher Zeit und bey gleicher Temperatur die weiße Thonerde ein reineres Stickgas als der Phosphor hervorbrachte. Dieser Umstand veranlafte mich zuerst, die Arbeit über die einfachen Erden zu unternehmen, welche in einem eignen im National-Institut vergelesenen Mémoire weitläufig entwickelt

ist. Mit Gartenerde (humus) hatte ich die atmosphärische Luft vollkommen zersetzt. Aber in dieser schien das Gemenge von Kohlenstoff, Hydrogen, Azot, Phosphor, Eisen- und Braunsteinkalk zu wirken, welches den obern Erdschichten beygemengt ist. Was konnte in der weissen Thonerde den Sauerstoff so mächtig anziehen? Ich entdeckte bald, daß die einfachen chemischreinen Erden ein wenig angefeuchtet durch bloße Berührung, bey 10° R. in 8 bis 9 Tagen der atmosphärischen Luft alles Sauerstoffgas entziehen. Alaunerde und Schwererde wirken am schnellsten. Von 800 Theilen atmosphärischer Luft zu 0,27 Oxygen ließen sie in sieben Tagen 586 übrig, welche im Laboratorium des Herrn Fourcroy geprüft, reines Stickgas waren, in dem der Phosphor nicht drey Secunden lang leuchtete. (Die Rechnung hätte 584 Theile gegeben, aber so kleine Fehler sind im Messen nicht zu vermeiden). Auch reine Kalkerde absorbiert Oxygen, aber minder schnell. Erhöht man die Temperatur von 10° auf 60 bis 70° R., so wird die Luftzersetzung sehr schnell bemerkbar. In 30 bis 40 Minuten sahe ich die eingeschlossene atmosphärische Luft um 0,04 bis 0,06 Sauerstoff

abnehmen. Trocken wirken die Erden gar nicht und von der Kiesel und Bittersalzerde ist es noch sehr ungewiß, ob sie überhaupt eine Fähigkeit haben, das Oxygen abzuscheiden. Die Pariser Chemisten, welche dieser Entdeckung über die Erden viel Aufmerksamkeit schenken, werden dieses Problem bald lösen. Eben so darf man auch jetzt noch nicht entscheiden, ob der Sauerstoff wirklich eine Verbindung mit den Erden eingeht, oder ob diese (was freylich durch keine Analogie begründet ist,) dem destillirten Wasser, mit dem sie angefeuchtet sind, die wunderbare Fähigkeit geben, Oxygen aufzunehmen. Die Untersuchung dieses Wassers durch schwefelsaures Eisen hat freylich die Zunahme von Oxygen nicht bemerkbar darin gemacht. Aber es kann auf eine Art darin existiren, bey der die Affinität des Eisenkalks zu schwach ist, um es abzuscheiden. Vielleicht aber wirken die einfachen Erden nur deshalb angefeuchtet, weil fast bey allen Stoffen die Feuchtigkeit die Energie der chemischen Ziehkräfte vermehrt. So ungewiß wir aber auch noch über die Erklärung des Phänomens selbst sind, so stehen immer die Thatsachen fest, daß die Erden (viel-

leicht Bitter- und Kieselerde ausgenommen) als eben so säuerungsfähige Basen als Phosphor, Schwefelalkali und nitröses Gas auftreten. Wir erkennen nun auf einmal, wie in einem bloßen aufgeschwemmten Lettengebirge (z. B. in der Wundsiedler Revier) wie im thonartigen Sandstein und Thonporphyr, auch da wo reiner, Schwefelkiesleerer Schieferthon einbricht, das stets feuchte Queergestein bloß durch seine erdigen Bestandtheile die Sauerstoffärmsten Wetter hervorbringen kann. Wir erkennen, wie selbst aufgelöster Gneis, verwitterter Thon- und Glimmerschiefer und feldspathreicher Granit, unter gewissen Umständen die atmosphärische Luft zu zersetzen im Stande ist. Auch tritt hierbey derselbe Umstand im grofsen ein, der von dem praktischen Chemisten bey seinen kleinen Versuchen längst erkannt worden ist. Eine schwach angefeuchtete Substanz übt eine stärkere Affinität, als eine trockene aus. Benetzt man aber dieselbe Substanz mit vielem Wasser, so wird das Spiel dieser Affinitäten wiederum gemindert. Eben so scheint eine geringe Feuchtigkeit des Queergesteins mehr als eine sehr grofse auf die Luftverderbung zu wirken. Ich habe in der Wund-

siedler Revier, wo ganze Strecken im Letten getrieben werden, bemerkt, daß der Theil der Strecke, in dem am meisten Wasser einströmen, reinere Wetter haben, als die minder nassen. Das atmosphärische Stickstoffgas wird hier nicht vom Wasser verschluckt, sondern das Queergestein scheint weniger Sauerstoff zu absorbiren.

Außer den Luftzersetzungen, welche einige Erden selbst veranlassen, wirkt aber auch die große Masse von Kohlenstoff, welche vielem Thonschiefer, dem Alaunschiefer, Hornblendschiefer, Lydischen Steine und Kiesel-schiefer beygemengt ist. Eine bisher stets übersehene Entstehungsart luftsaurer Wetter, ohne Athmen, ohne Verbrennen, ohne Gährung ist die Verbindung des Kohlenstoffs mit dem Oxygen, ohne Feuer und Hitze, selbst bey der niedrigsten Temperatur über den Eis-punkt, wovon ich schon früher in Crell's chemischen Annalen *) einige Nachricht gab. Herr Senebier, glaube ich, machte die ersten

*) S. meinen Brief an den Herrn Prof. Lampadius in Crells chemischen Annalen, 1795. B. 2. St. 8.

Versuche über Verderbung der atmosphärischen Luft durch Berührung des Kohlenstaubs bey niedriger Temperatur. Herr Berthollet wiederholte dieselben, und reihte seine Idee einer *legere combustion*, eines Schwarzwerdens der Pflanzenstoffe in der Lebensluft daran an. Bey meinen physiologischen Versuchen über den Einfluss der Gasarten auf Vegetation und Leben, wurde ich oft darauf zurückgeführt. Ich sah weißes Tannenholz, bey 5 oder 6° R. unter meinen Glocken mit Lebensluft erst schwitzen, und dann wenn das entstandene Wasser herabträufelte, sich flammig schwärzen. Das Holz zersetzte sich hier; sein Hydrogen verband sich zuerst mit dem Sauerstoff der umgebenden Luft, und bildete das herabträufelnde Wasser; der im Holz enthaltene, und von Hydrogen nun enthüllte, mit Erde gemengte Kohlenstoff wurde frey, und zeigte sich in seiner natürlichen Schwärze *). Ja ich fand noch mehr, die freye Kohle zersetzte sich nochmals, und in 4 bis 5 Tagen, war das Sauerstoffgas

*) S. Fischer's Uebersetzung meiner Aphorismen aus der chemischen Pflanzenphysiologie. S. 19. 20.

unter der Glocke mit kohlensaurem Gas verunreinigt. Dies bemerkte ich deutlich wenn ich ätzendes Alkali neben den Span setzte. Diese Verbindung der Lebensluft mit Kohlenstoff ohne Hitze ist also keine Hypothese der Antiphlogistiker, sondern eine von mir beobachtete, und für die unterirdische Meteorologie sehr aufklärende Thatsache, die man nur darum so lange übersah, weil die Analyse gemengter Gasarten gewöhnlich sehr wenig genau angestellt wird!

Die Menge der fixen Luft, welche sich in den meisten Gruben, besonders in Kohlengruben, auf Strecken findet, wo seit Jahren keine Menschen athmeten, kein Grubenholz faulte, und keine Lichter die Luft durch ihr Brennen verderbten, läßt sich hieraus erklären, ohne zu erhöhter Temperatur oder zu brennenden Steinkohlenflözen, seine Zuflucht nehmen zu dürfen. Die Steinkohlen scheinen durch Zersetzung des Wassers schon eine schwache Verbrennung erlitten zu haben, durch welche alle in jenen Flözen eingeschlossene Luft, wenn sie nicht durch frischen Luftzug ersetzt werden konnte, in kohlensaures Gas umgewandelt wurde. Herr von Buch erzählte mir, dafs man

beym Betrieb des tiefen Fuchsgrubenstollens zu Waldenburg in Schlesien 10 Steinkohlenflöze hinter einander überfahren, und jedesmal bey Erreichung eines neuen, wenn die in demselben befindlichen Stein- und Flözklüfte aufgehauen worden waren, so starken Schwaden frey gemacht habe, dafs davon der Stollen mit bösen Wettern angefüllt, und nur erst nach dem Spiele der Wettermaschine wieder fahrbar gemacht worden sey. Dieselbe Erscheinung zeigte sich noch mehr, als man anfang Baue auf den neuen Flözen vorzurichten, und dadurch die bisher in Klüfte und Höhlungen eingeschlossene Luft befreyete. Das auf diesen Kohlenflözen fließende Wasser soll so viel kohlensaures Gas absorbirt haben, dafs es geschickt geworden ist, das Eisen aufzulösen*).

*) Herr von Buch verbindet diese Erfahrungen auf eine sehr scharfsinnige Art mit dem Vorkommen mehrerer Schlesischer Gesundbrunnen. Die Gesundbrunnen von Altwasser, Charlottenbrunn und Reichenau kommen unmittelbar aus Steinkohlen hervor; dasselbe vermuthet Herr von Buch aber auch von dem an Kohlensäure so reichen Chodova in der Grafschaft Glatz, von Flinnsberg, und selbst von Warmbrunn, obgleich

Aehnliche Beobachtungen hat mein vortrefflicher Freund Herr Lampadius zu Freiberg angestellt. Er sah sich Kohlensäure bilden, als er Hornblende unter Glocken mit Lebensluft dem Sonnenlicht aussetzte. Er fand daß 8 Unzen Hornblende 5 Unzenmaafs Kohlensäures und $13\frac{1}{2}$ Unzen Maafs Wasserstoffgas geben *). Herr Werner, welcher diese Analyse veranlafte, glaubt daß der Syenit (zu Scharfenberg) und das Hornblendgestein in Gersdorf und im Plauischen Grunde wegen des Koh-

diese letzteren Quellen von ihrem ersten Ursprunge her schon einen beträchtlichen Lauf gemacht haben müssen; da sie gegenwärtig aus uranfänglichen Gebirgen herkommen; sie liefen vom Steinkohlengebirge auf Flötzen fort, wahrscheinlich so lange, bis das hohe Gebirge ihren Lauf hinderte, und sie nöthigte bis zu Tage auszusteigen, auf ähnliche Art, wie bey Halle die Salzquellen an den vorliegenden Porphirbergen ein Hinderniß ihres weitem Fortkommens finden, und daher mit solcher Stärke daselbst hervorbrechen. Man vergleiche damit von Buch's Bemerkungen über die Entstehung des Carlsbads, im Bergmannischen Journale, 1792. St. 12. S. 417.

*) Kurze chem. Bemerkungen im N. bergmännischen Journal, 1795, B. I. St. 1. S. 83.

lenstoffgehalts so leicht die Wetter verderben. In der That bemerkte ich, daß bey meinen Versuchen mit Alaunschiefer mehr Sauerstoff absorbirt wird, als Kohlensäure entstand. Es erzeugt sich ein festes *oxide de carbon* und *oxide d'hydrogene*, indem der Sauerstoff an das kohlenstoffhaltige Fossil tritt. Man darf Herrn Werners Idee also dadurch nicht für widerlegt halten, daß die Scharfenberger Wetter das Geleuchte weniger afficiren, als sonst kohlen-saure Luftgemenge zu thun pflegen. Es ist möglich daß der Syenit wegen seines Kohlenstoffes selbst weniger Kohlensäure erzeugt, als Stickgas enthält und bekanntlich brennen die Lichter in Sauerstoffarmen Luftarten, besser als in solchen die bey einem stärkern Gehalt an Sauerstoff mit vieler Kohlensäure gemengt sind. Die Analyse der Scharfenberger Wetter, die sehr zu wünschen ist, muß dieses Problem auflösen.

Von den Erzen wirken einige bloß durch Wasserzersetzung, andere durch unmittelbare Berührung auf die Grubenluft. Die letztere Wirkungsart äußert sich besonders bey den Braun-Eisensteingängen, die mit kohlenstoffreichem Eisenrahm und Braunstein gemengt sind.

Ihre Drusen sind oft mit Stickgas und etwas Kohlensäure gefüllt. Ich habe frisch aufgeschlossene gesehen, in denen die Lichter noch nach 2 bis 3 Stunden verlöschten.

Fauls Grubenholz verderbt, wie jeder organische Körper durch einen Gährungsprocess, die unterirdische Luft. Diese Ursache ist eine von den am allgemeinsten verbreiteten; da selten eine Grube der Zimmerung entbehren kann. Ueber die Ursachen, welche auf einer Strecke mehr als auf einer andern das Holz faulen machen, lassen sich wichtige Beobachtungen anstellen. Hauptsächlich scheint erhöhte Temperatur und ein mittlerer Grad der Feuchtigkeit das Spiel der Affinitäten zu beleben. Gemenge von Kohlensäure und Wasserstoffgas sind die Hauptproducte dieses Gährungsprocesses, aber es entwickeln sich auch ganz eigne, uns noch unbekannte Miasmen dabey, welche der praktische Bergmann durch einen bisweilen sonderbar süßlichen oder fleischartigen, bisweilen durch einen eigentlich gewürzhaften Geruch erkennt.

So wie die grünen Pflanzen im Sonnenlichte Lebensluft aushauchen, so wie sie über Tage zur Verbesserung der Atmosphäre viel beytra-

gen, so finden wir von alle dem das Gegentheil, bey den unterirdischen Pflanzen, die in der Grube wachsen. Die weissen Schwämme, die sich so geschwind und mit so viel Ausbreitung an das Grubenzimmer anlegen, die mit so unglaublicher Schnelligkeit überhand nehmen, und so viel zur Verderbnis des Holzes beytragen, haben aufser diesem Nachtheile, auch einen noch wenig erkannten schädlichen Einfluß auf die Wetter. Die meisten von ihnen, (wie auch schon bekannt gemachte Versuche gelehrt haben,) nähren sich, wie die Fische vom Wasser, das sie in grofser Menge einsaugen. Daher man sie auch immer naß findet. Das eingesaugte Wasser zersetzen sie unendlich schnell, assimiliren vielleicht den einen Bestandtheil desselben, das Oxygen, ihrer durch diese Anhäufung weissen Fiber, und hauchen den andern Bestandtheil desselben, das Hydrogen, in Verbindung mit etwas Kohlenstoff, oder als gekohltes Wasserstoffgas, ununterbrochen aus; denn sie kennen ja keine Abwechselung der Jahres- und Tageszeiten; geniessen ewige Frühlingsnacht; und so ist es nicht schwer zu begreifen, wie diese sonderbaren Pflanzengattungen durch eine ununter-

brochene Operation so schnell ihre Atmosphäre irrespirabel machen *).

Die Wasserzersetzung ist aber nicht die einzige Art, wie diese unterirdischen Vegetabilien die Luft verderben; mehrere von ihnen zersetzen noch überdies die atmosphärische Luft, die sie umgiebt, auch wenn sie ganz trocken ist, dadurch, daß sie ihr das Oxygen, um es sich zu assimiliren, entziehen, und ihren Antheil an Stick- Kohlen- und Wasserstoff frey machen. Setzt man daher dergleichen Pflanzen

*) Man vergleiche Macquers chemisch. Wörterbuch Th. II. 2te Auflage, S. 824. u. 825. Ehedem bildete man sich ein, diese Wetter dankten ihren Ursprung einer unter der Erde wachsenden Pflanze, und nannte sie daher an manchen Orten der Dunst der Erbsenblume. S. Beschreibung des Ventilators von Stephan Hales, im Hamb. Magazin B. II. S. 30. Giebt es doch auch über Tage Pflanzen, die höchst irrespirable Gasarten aushauchen. Der Dunst des Wasserriemens (*Zostera marina*, Lin.) soll nach Martinets Erzählung, die Fischer erblinden machen, — das Silber schwärzen — Kupfer anfressen, jedes Licht das man ihm nähert, — und selbst das in seiner Nähe zu Bereitung der Speisen angezündete Feuer verlöschen, S. allgem. Litt. Zeitung, 1796, N. 323.

zen unter Glocken mit ganz trockner atmosphärischer Luft, so verderben sie dieselbe.

Ich habe selbst mehrmals dadurch, daß ich Abänderungen des *Agaricus campestris* in Sauerstoffgas setzte, dieses mit großer Schnelligkeit durch jene Vegetation so sehr verderben sehen, daß ich es mit Knall anzünden konnte. Diese Erscheinung blieb die nemliche, das Reaumur'sche Thermometer mochte -5° oder $+8^{\circ}$ stehen. Von dem nemlichen Schwamme habe ich durch Destillation und mittelst des pneumatischen Apparats aus 1 Unze und 5 Drachmen

32,7 Kubikzoll Wasserstoff, und

16,3 — — Kohlensaures Gas erhalten *).

Am 10ten April 1798 setzte ich tausend Theile atmosphärischer Luft mit Schimmel (*Byssus velutina*) in Berührung. Nach 9 Tagen waren bey 12° R. 206 Theile verschwunden. Die Luft hielt 0,15 Kohlensäure, und nur 0,09 Sauerstoff.

*) Mehr hierüber siehe in meinen Aphorismen der chem. Pflanzenphysiologie, nach der Uebersetz. des Hrn. D. Fischer's, S. 106. u. f.

Das Feuersetzen in den Zinngruben gehört allerdings ebenfalls zu den Sauerstoffabsorbirenden Mitteln. Aber der Luftzug, welchen die erhöhte Temperatur veranlaßt, macht, daß die Sauerstoffarmen Luftschichten bald durch andre reinere ersetzt werden. Doch trägt die Wärme, welche das Feuersetzen auf viele Tage hervorbringt, sehr dazu bey, die Wirksamkeit aller übrigen Luftverderbenden Stoffe gefahrvoll zu erhöhen.

Was das Athmen einiger hundert in einem so engen Raum zusammengedrängter Menschen bewirkt, bedarf keiner Erläuterung. Die Masse des Sauerstoffs nimmt darin ab, die der Kohlensäure zu. Arbeitende Menschen zersetzen dazu im Athmen noch mehr Luft, als solche, die sich nicht anstrengen. Aber noch mehr als das Athmen, wirkt die Ausdünstung, der Schweiß, die benetzten Kleider.... Alle diese Umstände erzeugen gasförmige Miasmen, deren Hauptbestandtheil wohl Hydrogen seyn mag, deren eigentliche Zusammensetzung aber noch ganz unbekannt ist. Jeder praktische Bergmann weiß, wie beängstigend die Atmosphäre auf einigen Stroßenbauen ist, wo viele Häuer in vollem Schweiß

arbeiten! Im südlichen Deutschland, (besonders in Tyrol) wird den Bergleuten so große Unsauberkeit gestattet, daß die befahrensten Strecken mit Exkrementen gefüllt sind. Im nördlichen Deutschland kennen wir glücklicherweise diese Luftverderbende Ammoniakbildende Ursache weniger.

Der Einfluß des Wassers auf die unterirdische Luft ist zwiefach, wohlthätig und schädlich. Wohlthätig wirken alle frischgehauenen Wasserklüfte. Wenn Oerter mit großer Mühe in wetternöthigen Strecken getrieben werden, und man plötzlich Wasser erschrotet, so nimmt gewöhnlich die Luftreinheit zu. Diese sehr alltägliche Erfahrung ist für den Physiker schwieriger zu erklären, als man auf den ersten Anblick glauben sollte. Wären nemlich die lichtverlöschenden Wetter immer Kohlensäurer Art, so würde man glauben, daß die Wasser die Kohlensäure verschluckten. Aber eines Theils zeigen alte ersoffene Gesenke nur zu oft, wie langsam und wenig die Wasser das Kohlensäure Gas aufnehmen, wenn dasselbe (wie in der Grube fast immer der Fall ist) von Hydrogen umhüllt ist, anderntheils zeigen die Wasser sich auch da luft-

reinigend, wo die matten Wetter aus Stickgas bestehen. Woher dann diese Wirkung? Die Wasser bringen hier gerade das entgegengesetzte von dem hervor, was wir unter der Glocke bey Versuchen im Kleinen bemerken. Läßt man atmosphärische Luft sehr lange mit Wasser gesperrt stehen, so nimmt allmählig ihr Volum zu und ihre Reinheit ab. In dem Anthrakometer blieben 168 Theile Luft 22 Tage lang in Berührung mit Brunnenwasser. Sie nahmen an Volum um 0,023 zu, aber ihr Sauerstoffgehalt war um 2,01 geringer geworden; so wie sich Blasen an jeden Stab hängen, so scheinen die Wände des Gefäßes (durch eine Art von Gravitation) dem Wasser die Luft aus seinen Zwischenräumen allmählig zu entlocken. Diese Luft ist aber im Brunnenwasser meist zu 0,15 bis 0,18 oder 0,21 Sauerstoff und ihre Beymischung verunreinigt daher das gesperrte Luftgemenge. Sollten die meisten Wasser nicht deshalb eine Stickstoffreichere Luft, als die sie umgebenden Luftschichten haben, weil sie aus diesen Schichten Stickstoff ausscheiden, oder geht nicht vielmehr in den Zwischenräumen des Wassers ein perpetuirlicher Desoxydationsproceß vor? Alle diese

Betrachtungen erklären keinesweges, warum die Grubenwasser sich oft so luftreinigend zeigen. Man sollte fast vermuthen, dafs aus ihnen Dämpfe aufsteigen, die sich in der Luft zersetzen und 0,85 Sauerstoff darin verbreiten. Vielleicht reinigt sich durch Wasserzersetzung die unterirdische Atmosphäre wie die überirdische.

Die Hauptursache von der schädlichen Wirkung der Wasser hingegen ist ihre Fäulniß. Da sie meist verunreinigt und mit Holzspänen gemengt sind, so entbinden sich eine grofse Menge der gefährlichsten Gasarten, besonders Wasserstoffgas mit Stickgas gemengt, aus eroffenen alten Gesenken. Herr Freyesleben meldete mir noch neuerlich von einem Abteufen in der Marienberger Revier in Sachsen, wo sich schlagende Wetter entzündet hatten, dafs die neue fichtene Zugstange der Kunstsätze, so weit sie in den dasigen faulen Wassern auf und niedergehn, ganz schwarz gebeizt und wie verkohlt ausgesehen habe. Es scheint hier dieselbe Zersetzung des Holzes vor sich gegangen zu seyn, die ich künstlich bey frischem Tannenholze unter Glocken mit Lebensluft bewirkte. Das Hydrogen scheint das

Holz verlassen, und dadurch dessen Kohlenstoff frey gemacht zu haben, der nun die Zugstange so auffallend schwarz brannte.

Von den gewöhnlichen Grubenwassern unterscheiden sich merklich die Schneewasser, welche zur Winterszeit und im Frühjahr auf die obern Strecken stürzen. Diese sind, wie Herr Hassenfratz gelehret hat, ein wahrhaft oxygenirtes Wasser. Die große Absorption, welche das nitrose Gas mit Schneewasser geschüttelt, leidet, und der Verlust von 0,02 bis 0,03 Sauerstoff, welchen ich während der Bildung des Schnees in der Atmosphäre bemerkt, beweisen ebenfalls auch, wie viel Sauerstoff der Schnee aufgelöst enthält. Kein Wunder daher, daß Schneewasser die ihnen nahen Luftschichten durch bloße Berührung reinigen, indem sie Sauerstoff aushauchen. Diese Eigenschaft des schmelzenden Schnees haben die Kammsdorfer Bergleute sehr frühe, früher selbst als die Chemisten gekannt. Sie werfen (wie Herr Prof. Lempe versichert) ganze Haufen Schnee in die Schächte, welche Wettermangel leiden. Die Lichter brennen heller, wo der Schnee zerschmolzen ist.

VI.

Verschiedenheit der Luft, in der Lichter nicht brennen, und einer irrespirablen. — Matte und schlechte Wetter. — Analyse verschiedener Grubenwetter, — Auflösungen verschiedener Stoffe in Wasserstoffgas. — Brenn- bare schlagende Wetter, und deren Erscheinungen.

Es ist eine sehr voreilig angenommene Regel, daß alle Luftarten, in welchen die Lichter nicht verlöschen, auch dem Athmen unschädlich sind. Priestley's *oxide d'azote* (das dephlogisirte Stickgas) hätte schon den Chemisten bey seinen Versuchen in Laboratorien vom Gegentheil überzeugen sollen. Noch mehr aber sprechen die Phänomene der unterirdischen Meteorologie dagegen. Lichtverlöschend und unathembar sind zwey Eigenschaften, die in sehr verschiedenen Ursachen gegründet sind, und sich zwar oft, aber keinesweges immer, begleiten. Es giebt Wetter, in denen die Lichter

vortreflich brennen, und in denen die Menschen allmählig ersticken. Dagegen finden sich andere, in denen kein Geleuchte brennt, und Menschen viele Stunden lang frey athmen. Beym Brennen und bey Athmen wird dem luftförmigen Medium Sauerstoff entzogen. Die Leichtigkeit, mit der diese Entziehung geschieht, bestimmt das gute Brennen der Lichter oder leichte Athmen der Thiere. Da nun aber andere Ziehkräfte im Dochte, andere im nervösen Blute wirken, so ist es sehr leicht einzusehen, warum die Zersetzung durch Blut und Docht nicht gleichmäfsig seyn kann.

Unter den schädlichen Grubenwettern sind bey weitem die gewöhnlichsten, zum Glück aber noch die respirabelsten, diejenigen, die der Bergmann matte, uneigentlich auch wohl schlechte Wetter nennt, jene Wetter nemlich, in welchen Lichte und Feuer schwerer oder gar nicht brennen, und die der Respiration zwar mehr oder weniger nachtheilig und beschwerlich, aber nicht tödtlich sind. Sie sind unter allen dem Brennen der Lichte und der Respiration nachtheiligen Wettern deshalb die gemeinsten, weil sie so leicht aus der atmosphärischen Luft entstehen. Ein großer

Theil von ihnen ist zwar nichts anders, als ein Gemisch von atmosphärischer Luft, mit einem mehrern Antheile von Kohlenstoff, welcher mit dem Oxygen eine eigene chemische Verbindung eingeht, und eine neue Gasart, ein *Gaz oxide carbonique suroxygéné* (übersaure oxygenirte Kohlensäure) zu bilden scheint; dagegen ist ein andrer Theil desselben gemeine atmosphärische Luft, der ihr Sauerstoff entzogen wurde, und aus der nun Kohlensäure und Stickstoff nicht allein an sich freyer hervortreten, sondern noch überdies aus fremdartigen Körpern in gröfserer oder geringerer Quantität, auch wohl in Verbindung mit einem kleinen Antheil Hydrogen, in das Gemenge jener Gasarten aufgenommen werden.

Daher wandelt sich die in der Grube eingeschlossene Luft in matte Wetter um: 1) wenn ihr durch das Athmen der Bergleute, und durch das Brennen der Lichte jener Antheil von Oxygen entzogen wurde, der sie vorher respirabel machte, und welcher aus Mangel am Zuge, durch früh hinzugekommene Wetter, ihr nicht ersetzt werden kann. Ausser diesem gewöhnlichen Verderben kömmt aber noch hinzu, dafs sie nicht nur 2) durch die Ausdün-

stungen der in ihr arbeitenden Menschen, der in ihr angezündeten brennbaren Körper, der in ihr faulenden Zimmerung, und mancher in ihrer Nähe verwitternden Fossilien, mehrere gasförmige Stoffe, besonders Kohlenstoff und Stickgas chemisch aufnimmt, sondern dafs sie selbst 3) wegen ihrer gröfsern Dichtigkeit und Schwere im Stande ist, ungleich mehr staubige Theile und andere fremdartige Stoffe aus Fossilien und Pflanzen mechanisch in sich zu halten, als die ungleich dünnere, leichtere und bewegtere überirdische Luft aufnehmen kann.

Das Hauptkennzeichen matter Wetter ist, dafs die Lichter in ihnen bald verlöschen, oder wenigstens nur mit äufserster Mühe brennend zu erhalten sind. Jeder Bergmann weifs, wie die Flamme des Lichts in solchen Wettern anfängt, rund und klein zu werden, am Dochte auf und nieder zu laufen, und dann plötzlich zu verschwinden. Auf die Gesundheit haben sie zwar einen merklichen, aber keinen schnell tödlichen Einflufs. Die Brust empfindet beym Aufenthalt in ihnen wohl Beklemmung und Uebelbehagen, allein sie berauben den Menschen weder seines Gefühls, noch seiner Besinnung. Fauler Geschmack im Munde; ge-

lindes Kitzeln in den Augen und auffallende Mattigkeit sind die gewöhnlichen Folgen dieser Wetter, die bisweilen noch von gelinden Krämpfen und Stickflüssen begleitet werden.

Weit gefehlt ist es, wenn man die Eigenschaft der matten Wetter, daß sie Lichter verlöschen, und das Athmen erschweren, immer dem Mangel an Sauerstoff zuschreiben wollte. Ich habe durch gefahrvolle eudiometrische Versuche gefunden, daß Lichter in einer Luftschicht verlöschen, welche

aus 27,1 Sauerstoffgas
10,8 kohlensaueres Gas, und
62,1 Stickgas, mit etwas Wasserstoffgas
bestand,

100,0.

während ich Lichter brennen sah, in Luftmenge von

24,0 Sauerstoffgas,
2,0 Kohlensäure, und
73,0 Stickgas

100.

Die schrecklich bösen Wetter, die ich im Bernecker Alaunwerke hervorbrachte, und in

denen das Licht ausging, als ob man es in Wasser tauchte, hielten noch immer 0,20 Sauerstoffgas, da in einer andern Luft mit einem geringern Antheile, nämlich nur mit 0,18 Sauerstoffgas, das Licht noch hell brannte. Selbst die atmosphärische Luft enthält auf freiem Felde, (z. B. bey einer Prüfung am 25sten Sept. vorigen Jahrs) bey sehr behaglicher Witterung nur 0,27 Sauerstoffgas; also nur 0,07 mehr, als jene Bernecker Wetter; und doch enthielt eine äusserst bängliche beängstigende Luft, die ich einst auf einem Ballsaale prüfte, ebenfalls volle 0,27 Sauerstoffgas. Ja nach Cavendish's Versuchen verlöschten Lichter sogar in einer Luft, die volle $\frac{7}{8}$ Lebensluft, und nur $\frac{1}{8}$ Kohlensaures Gas enthielt. Aus diesen eudiometrischen Versuchen folgt, daß jene lichttödtenden und das Athmen beklemmenden Wetter, nicht Luftgemenge sind, sondern chemische Vermischungen, zusammengesetzte Gasarten, wie man Mittelsalze mit zwey, drey Basen hat. Die Kohlensäure läßt hier wegen ihrer grossen Affinität zum Sauerstoffe solchen nicht fahren, sie

*) S. Scherer's Versuche über den Phosphor, p. 15.

hindert ihn, sich mit dem Dochte des Lichts, oder mit dem Blute des athmenden Menschen zu verbinden. Sie geht dadurch in den Zustand einer übersauren Kohlensäure (*gaz acide carbonique suroxygené*) über, und das Oxygen kann dieser Säure nur durch einen Stoff entzogen werden, zu welchem es eine nähere Verwandtschaft, wie zur Kohle hat; daher brennt Phosphor in solchen Wettern, wo jedes Geleuchte verlöscht, denn der Docht so wie die Lunge bieten ja nur Kohlenstoff dar, und mit diesem ist das Oxygen schon verbunden. Es giebt Luftarten, in welchen der Sauerstoff (wieviel ist gleichgültig) durch die stärkste Affinität verbunden ist. Das venöse Blut scheint selbst noch in einem höhern Grade, als der Docht des Lichts das Vermögen zu haben, den Sauerstoff, wenn er von der Kohlensäure umhüllt ist, abzuscheiden; daher athmen die Menschen da noch frey, wo Lichter nicht mehr brennen. Aber auch da, wo das Oxygen mit der Kohlensäure nicht zu jenem übersauren kohlensauren Gas zusammen tritt, verlöschen die Lichter nicht immer aus Mangel an Sauerstoff, sondern deshalb, weil der Kohlenstoff, welcher durch die Zersetzung des Oxygens an

der Luftschicht zunächst am Dochte frey ward, um den Docht herum gesenkt bleibt, und diesen gleichsam umhüllt, mithin das Oxygen der entfernten Luftschichten abhält, zur Flamme zu gelangen, und diese zu nähren. Daher gehn Lichter wie ich mehrmals gesehn, in Glocken mit Lebensluft aus, selbst wenn noch kein 0,01 dieser Lebensluft verzehrt war. Daher brennen auch Lichter unter einer Glocke von bestimmter Gröfse, immer nur eine bestimmte Zeit lang; zum Exempel: ein Wachlicht brennt unter einer meiner kleinsten Glocken, bestimmt nur 28 Sekunden, nie länger oder kürzer; dagegen zwey Lichter 15 Sekunden brennen. Es folgt hieraus, wie falsch meist das ist, was man bisher über die Ursachen vom Verlöschen der Lichter und den bänglichen Empfindungen beym Athmen in jenen Luftgemischen geschrieben hat. Nicht Mangel an Sauerstoff ist die einzige Ursache davon; nicht Mangel an Elasticität der Luft ist es; obschon Hales aus mehrern Versuchen darthut, dafs ein Licht um so eher verlöscht, je weniger elastisch die Luft ist *); obschon er

*) Hales Statik der Gewächse. Erf. 106, S. 135, 149.

es wahrscheinlich zu machen sucht, dafs Erstickung blofs in dem Zusammenfallen der Lungenbläschen bestehe, aus welchem die elastische Luft gewichen ist, und in welche die verdickte Luft nun nicht wieder eindringen kann *). Noch sonderbarer ist es mit Boylen und seinen Schülern, sich das Brennen der Lichter als eine mechanische Operation vorzustellen, und ihr Ausgehn, der Verdickung der Luft zuzuschreiben, in welcher sich die Flamme nicht ausdehnen könne, weil sie an den häufigen Dünsten zu starken Widerstand finde **).

Da das, was der Bergmann matte oder schlechte Wetter nennt, ein so vielfaches unbestimmtes Gemenge und Gemisch mehrerer gasförmiger und fester Stoffe ist, so ist abzusehen, wie leicht diese Wetter durch einen kleinen Ueberschufs des einen oder des andern Stoffs, besonders des Kohlenstoffs, in die oder jene andre und schädlichere Gattung irrespirabler Wetter umgeändert werden können.

*) Hales S. 153.

**) Delius Bergbaukunst, S. 288.

Grubenwetter, welche ich aus Aussee in Steyermark erhalten, enthielten

0,15 Sauerstoff

0,03 Kohlensäure

0,72 Stickgas

10,0.

Zweyhundert Theile dieser Wetter zu 200 Theilen atmosphärischer Luft gemischt, verlöschten augenblicklich die Lichter. Eben das geschah, wenn 0,40 Aufsee'r Wetter zu 0,60 atmosphärischer Luft gemischt wurden. Selbst bey einer Beymischung von 0,32 Aufsee'r Wetter brannten die Lichter sehr dunkel in atmosphärischer Luft. In diesen Versuchen war nicht sowohl Mangel an Oxygen, als vielmehr seine grofse chemische Affinität zum Stickstoff an dem Verlöschen Schuld. Ja ich habe Lichter verlöschen sehen in unterirdischen Luftgemengen, die wie die atmosphärische Luft aus 0,28 Oxygen, kaum 0,05 Kohlensäure und 0,715 Stickgas bestanden. Ein solches Gemenge unterscheidet sich von der gemeinen Luft blos durch die Affinitätszustände seiner Elemente. Mit Herrn Tassaert, einem vortreflichen Chemisten, habe ich in Herrn Vauquelin's

quelin's Laboratorium folgende Mischung ganz reiner Lebensluft und Kohlensäure gemacht:

Gemenge zu 0,75 Oxygen

0,25 Kohlensäure

liefs Lichter brennen. Eben so ein

Gemenge von 0,50 Oxygen

0,50 Kohlensäure,

oder aber in einer künstlichen atmosphärischen Luft, die statt des Stickgases Kohlensäure zur Basis hat, in einem

Gemenge von 0,27 Oxygen

und 0,73 Kohlensäure

verlöschten die Lichter augenblicklich. Eben so verlöschten sie in einem Gemenge zu $\frac{1}{6}$ Kohlensäure und $\frac{5}{6}$ atmosphärischer Luft. Selbst bey $\frac{1}{7}$ Kohlensäure und bey $\frac{6}{7}$ atmosphärischer Luft brannten Lichter schon sehr dunkel. Alle diese Versuche beweisen, (wie auch die Herrn Fourcroy und Guyton mit mir annehmen) daß sich neue chemisch - gemischte Gasarten bilden, und daß die Kohlensäure sich des ihr beygemengten atmosphärischen Sauerstoffs so bemächtigt, daß sie sich gleichsam in den Zustand einer schwer zersetzbaren übersauren Kohlensäure setzt. Herr Lampadius, der den Rückstand der abgebrannten schlagenden

Wetter von der Christbescheerung zu Marienberg untersuchte, fand darin

23,7 Kohlensäure

65,9 Stickgas

10,5 Oxygen.

Lichter brannten darin sehr hell, verlöschten aber in den Wettern von Bogners Neuwerk, die 0,27 Oxygen enthielten!

Wie die lichtverlöschende Eigenschaft der Wetter eben so oft von der Schwierigkeit den Sauerstoff abzuscheiden, als von seinem Mangel herrührt, eben so mannigfaltig sind die Ursachen, welche die unterirdische Atmosphäre irrespirabel machen. Anhäufung von Kohlensäure *) wirkt nicht nur dadurch, daß sie den wenigen in den Gruben verbreiteten Sauerstoff umhüllt und das venöse Blut hindert denselben abzuscheiden, sondern auch dadurch, daß sie durch einen dem Athmen entgegengesetzten Proceß dem organischen Körper Sauerstoff entzieht. In dieser Entzie-

*) Van Helmont (*Complexionum atque mixtionum elementalium figmentum n. 43.*) behauptet zuerst, daß die Ursache des Erstickens der Bergleute das *gaz sylvestre* oder Kohlensäure sey.

hung liegt der Grund, warum pulsirende Herzen früher in kohlensaurem Gas als im Stickgas zu pulsiren aufhören. Das erstere scheint wie das Salpetergas und Schwefelalkali als säuerungsfähige Basis zu wirken, wie mannigfaltige Versuche erwiesen, welche ich über den Unterschied der irrespirablen Gasarten unter einander angestellt und in dem zweyten Bande meiner Schrift über den Muskelreiz entwickelt habe. Selten ist die unterirdische Kohlensäure rein, sondern immer mit Wasserstoffgas oder Stickgas gemengt. Im ersten Falle schwebt es an der Firste der Strecken, im letztern liegt es auf der Sohle. Sollte der betäubende fast ätherische Geruch, den manche Wetter verbreiten, nicht von chemischen Verbindungen des Hydrogens und Kohlenstoffs, von einer Bindung von Alkohol herrühren, deren Erzeugung auch in den Sumpfgegenden sehr wahrscheinlich ist? Sie finden sich oft mitten auf gangbaren Stollflügeln, auf 2 bis 3 Lr. von den benachbarten guten Wettern ganz scharf abgeschnitten, wo sie sich durch einen süßlich stechenden Geruch und Wärme auffallend auszeichnen. Steht Zimmerung an solchen Stellen, so hat diese fast nie die schwammigen Ueberzüge, die sonst

die Wetter so sehr verderben; vielmehr ist das Holz ganz trocken, spaltet leicht der Länge der Fibern nach, ist aufgerissen und nur manchmal mit einem staubigen grauen, spinnenge-webeähnlichen Schimmel behangen; feucht fand ich diese Punkte, — die immer ganz isolirt, für Zimmerung und Wetter aber bey weitem die verderblichsten, so wie für die Respiration höchst empfindlich sind — fast nie; auch erinnere ich mich, sie nur in Sächsischen Erzgruben gefunden zu haben. Welches ist hier, wo Pflanzen und Wasser fehlen, der Körper, der jenes Wasserstoffgas entbindet?

Gekohltes Wasserstoffgas ist da zu vermuthen, wo (wie schon Herr Oberbergmeister Stelzner beobachtet) nach Verschwindung des Schwadens die Zimmerung mit schwarzem Kohlenpulver bedeckt ist. Aehnliche Niederschläge hat man in Ungarn an den Weinfässern während der Gährung bemerkt. Der Tennant'sche Versuch, in dem Kohlensäure durch Phosphor, die Clouetschen, in denen sie durch Eisen (im Gufsstahlschmelzen) zersetzt wird, zeigt zwar die Möglichkeit, daß jener Kohlenstaub auch aus den reinen kohlensauren Wettern abgeschieden werden könnte, aber wahrschein-

licher ist es mir, daß es seinen Ursprung dem gekohlten Wasserstoffgas verdankt, an dem sich das Hydrogen in Berührung mit Sauerstoffhaltigen Substanzen (wahrscheinlich unter Einwirkung eines elektrischen Processes) zum Wasser verbindet, und den aufgelösten Stoff fallen läßt.

So wie in der unterirdischen Atmosphäre fast alle Kohlensäure mit Hydrogen umhüllt ist, (daher seine Leichtigkeit und geringe Mischbarkeit zum Wasser) eben so selten findet sich das Hydrogen rein in den Gruben, und dies ist gewiß die Ursache, warum die Fälle von schlagenden Wettern, im Verhältniß der allgemeinen Ausbreitheit des Wasserstoffgas, doch so selten sind. Gewöhnlich ist die inflammable Luft der Gruben mit Kohlensäure und Stickluft gemengt, und diese hindern ihre Entzündung. — Selbst die Entzündung der kleinen Wölkchen brennbarer Luft geht oft nicht so geschwind vor sich, als geschehen müßte, wenn das Hydrogen rein wäre. — Reines Hydrogen würde nach den Gesetzen seiner Leichtigkeit und Elasticität sehr bald zu den Schächten hinausziehen; aber mit einem geringen Antheile von Kohlensäure

umhüllt, wird es selbst nahe an den Füllörtern und noch in ziemlicher Reinheit zurückgehalten; bey mehrerem Antheil von Kohlenstoff senkt es sich wohl gar als ein sichtlicher Dampf oder als eine farbige Haut auf Abteufen und Wassersümpfe nieder. Auf der andern Seite hindert die so gewöhnliche Umhüllung des Hydrogens von Kohlensäure, dafs sich diese letztere auf ausgesetztem Kalkwasser nicht niederschlagen will. Die Auflösbarkeit des Arsenikkalks in Wasserstoffgas ist schon mehrmals erwähnt worden *); sie erklärt sehr schön die tödtende Wirkung gewisser nicht schlagen-der Wetter, und stimmt damit, dafs sich dieses schädliche Gas so häufig auf Arsenikgängen findet, gut zusammen.

Nach meinen eigenen Versuchen finde ich selbst Eisenkalk in Wasserstoffgas aufgelöst, und dadurch eine Vermuthung bestätigt, die Herr Leonhardi schon vor einigen Jahren mit

*) S. Macquer a. a. O. S. 798. Anmerk. m. Vor wenigen Tagen verbrannte ich mit Herrn Vauquelin Wasserstoffgas, aus dem sich weisser oxydirter Zinkkalk niederschlug. — Vom arsenikhaltigen Wasserstoffgas S. Scheels Werke, B, 2. S. 136.

vieler Wahrscheinlichkeit äußerte. Nur konnte ich meine Versuche nicht wiederholen, weil sich zum Verdruss des untersuchenden Chemikers, die Natur der Wetter in ein und derselben Firste, auf der nehmlichen Strecke, im Vorgesümpfe des nehmlichen Schachts von Tage zu Tage ändert. — Endlich ist auch die Auflösung des Zinkkalks im Hydrogen mehr als zu wahrscheinlich. Eine sehr geringe Menge Sauerstoffgas, dem Wasserstoffgas beygemischt, macht letzteres schon athembar. Ich habe um das, was bey mir nur erst Vermuthung war, zu bestätigen, Gemische mehrerer Gasarten (die ich bey meinen Versuchen über Pflanzenphysiologie so oft bereiten mußte), durch Röhren eingeathmet, und mit Erstaunen gesehen, welche Menge Hydrogen man ohne Gefahr einziehen könne. Daher sind diese Wetter oft noch sehr athembar, wenn auch Lichter schon augenblicklich in ihnen ausgehen, und dies ist auch die wahrsheinliche Ursache, welche den berühmten Scheele und Achard verführte, ein so irrespirables Gas, wie das Hydrogen, für unschädlich zu halten.

So ausgemacht es ist, dafs schlagende Wetter gewöhnlich nur dann entstehen, wenn reines

Hydrogen in Berührung mit Lebensluft, durch ein Licht entzündet wird; so giebt es doch auch Fälle, wo diese Entzündung von selbst vor sich geht. Theils giebt es schlagende Wetter, die schlechterdings nur elektrischen Erscheinungen zuzuschreiben sind, Gasarten, die in den Gruben von selbst anbrennen, und wenn sie auch nicht donnern, doch (wie ich selbst vernahm) zischend brennen; — theils schreibe ich solche Selbstentzündungen dem phosphorischen Gas, *Hydrogene phosphorisé* zu, welches sich in Berührung mit Oxygen selbst entzündet, und über dessen Daseyn in den Gruben man sich gar nicht wundern darf, da fast alle Schwämme viel Phosphorsäure enthalten.

Die Erscheinungen der brennbaren und schlagenden Wetter bey ihrer Entzündung sind so seltsam und doch noch so wenig bekannt, daß sie in Gegenden, wo sie sich seit langer Zeit zum erstenmale wieder zeigen, oft Gelegenheit zu manchem ängstlichen Aberglauben geben. Es gereicht selbst zur nähern Kenntniß dieser Luftarten, wenn ich mit Uebergang derjenigen Thatsachen, die man in den physikalischen Wörter- und Lehrbü-

chern hiervon aufgezeichnet findet, nur einige von den vielen Vorfällen aushebe, die sich von dieser Art in Gruben und Bergwerken ereigneten.

Eines der sonderbarsten Beyspiele hiervon begab sich 1786 auf der Rothen Grube zu Eybenstock *). Als mittelst eines Bohrlochs von der Firste des (zu Lösung der alten auflässigen Rothen Zeche herangebrachten) tiefen Stollens, der Durchschlag in nur gedachtes alte Gebäude gemacht wurde, kam erst eine Menge trübes Wasser mit großer Gewalt zum Bohrloche heraus. Dies lief einige Tage lang ab, zugleich bemerkten die Arbeiter an ihren Lichtern kleine Feuerflämmchen. Wenige Tage nach gemachtem Durchschlage beleuchtete der Steiger die Firste des tiefen Stollens und entzündete bey dieser Gelegenheit die brennbaren Wetter, die sich unterdeß gesammelt hatten. Sie ver-

*) Hr. Prof. Lempe erzählt die Erscheinungen und Vorkehrungen, welche bey diesem Ereigniß merkwürdig waren, mit Beifügung seiner lehrreichen wissenschaftlichen Anmerkungen sehr ausführlich im Magazin für die Bergbankunde, B. VI. S. 142 — 162. bes. S. 152. 153.

brannten ihm Hand und Gesicht. Die Flamme entzündete sich mit einem merkbaren Geräusche, wie von angezündetem Brandwein, und hinterließ einen, dem abgebrannten Schießpulver ähnlichen Geruch. Der dadurch bewirkte heftige Windstoß löschte das Geleuchte eines 70 Lr. davon entfernten Grubenjungen aus. Wie die Wasser abgelaufen waren, ließen auch die brennbaren Wetter nach. Von 4 zu 4 Stunden wurden sie nun von den Bergleuten mit Spänen abgebrannt, an denen die Flamme einmal bis zur Hand des Arbeiters herabfuhr. Augenstechen und ansehnliche Vergrößerung der Flamme bis auf 6 Zoll Länge, nahm man schon in 100 Lr. vor dem Bohrloche war; beydes verlohr sich, wenn man sich bückte. Beynahe noch 70 Lr. vor demselben zeigten sich kleine Wölkchen brennbarer Wetter, die sich still entzündeten. Während der Entzündung blieben die Lichter brennen; aber so wie die stillen Feuerwolken verlöschten, verlöschten auch die Lichter.

Noch vor wenig Monaten erfuhr man ein ähnliches Ereigniß in der sächsischen Bergamtsrevier Marienberg, auf Christbescheerung Fdgbr. zu Pobershau, ebenfalls einem Zwit-

tergebäude, wie auch die Rothe Grube zu Eybenstock ist. Herr Freiesleben meldete mir davon folgendes. Der dasige Grubensteiger (Schreiber) sey am 4ten July auf einem alten mit Bergen bestürzten Kasten, 4 Lr. unter der Wildemannsstollensohle hingefahren, welcher so eben erst durch das neuerbauete Kunstzeug abgewältigt worden sey, und vorher gegen 2 Jahre unter Wasser gestanden habe. Da ein Theil dieses Kastens niedergebrochen gewesen, habe daselbst auf den Bergen ein Sumpf Wasser gestanden, auch sey eine sehr auffallende Wärme zu spüren, sonst aber weder ein Nebel noch etwas dem ähnliches zu sehen gewesen. Um zu wissen wie hoch die Wasser auf den Bergen in diesem Sumpfe stünden, habe der Steiger eine Wand hineingeworfen; sogleich habe die Flamme seines Lichts die ganze Blende ausgefüllt, und er selbst sey mitten im Feuer gestanden; zugleich habe sich ein Knall wie von der stärksten Kanone hören lassen, die Feuerwolke sey nach dem Schachte gezogen, und der Steiger etwas betäubt jedoch nicht sinnlos, aber an Gesicht und Armen aufs fürchterlichste verbrannt, ausgefahren, und habe sich ohne weitere Krank-

heitszufälle, nach ohngefähr 3 Wochen wieder völlig erholt. An den Kleidern sey ihm nicht das Mindeste versengt, wohl aber wären die Augenbraunen und ein Theil der Haare verbrannt worden. Die Explosion die den Knall begleitete, soll so stark gewesen seyn, daß sie nicht allein in dem gegen 20 Lr. entfernten Kunstschachte einige feste Bühnen zerschlug, Einstriche und Ansteckröhren des Kunstgezeugs von der Stelle warf, sondern daß sie auch eine 6 kübliche Tonne, die über der Hängebank am Tage, und 76 Lr. über dem Wildemannsstollen an einem eisernen Seile hing, hin und her schleuderte, die Schachtthüre über Tage einigemal auf und zu warf; eine Blende auf dem Wildemannsstollen in 3 Lr. vom Kunstschachte einschlug, auch 2 Arbeitern auf nur gedachten Stollen, in 40 bis 50 Lr. Entfernung vom Schachte, die Blendcn verlöschte und die Hütthe wegführte, übrigens aber vor allen Oertern in den mit Christbescheerung Fundgrube durchschlägigen Gruben des Wilds-berges ein auffallendes Sausen erregte. Drey bis vier Stunden nach dieser Explosion, da Herr Freiesleben zu dem bemerkten Abteufen fuhr, fand er die Wetter merklich warm und

etwas beängstigend, dabey waren sie neblig, und rochen sehr empfindlich süß und stechend, aber weder wie Schwefel-noch wie Pulver-noch wie Arsenik-Dämpfe. Die Lichter brannten ziemlich hell. Die Wasser über denen jene Wetter gestanden hatten, waren trübe und stinkend; eine neue Kolbenstange, die sich bey der Gewältigung in ihnen auf und nieder bewegte, zeigte sich schwarz, wie mit einer Säure gebeitzt. Bey fortgesetzter Gewältigung der dasigen alten Baue wurden die Wetter sehr kalt, und dennoch empfanden die Arbeiter, nach ganz kurzer Arbeit in denselben den brennendsten Durst.“ — Von Hrn. Lampadius haben wir eine Prüfung der nach der Entzündung jener brennbaren Wetter (von denen sich seitdem nichts wieder gezeigt hat,) zurückgebliebenen Gasarten zu erwarten. Der Gang, auf dem sich dieselben aus dem Wasser abschieden, bestand in dem dasigen alten Baue, bey $\frac{1}{2}$ Lr. Mächtigkeit, aus Zinnstein mit viel Arsenick- und Schwefelkiesel.

Am Harze zeigten sich mehrmals ähnliche Erscheinungen. So wurde z. E. am 12ten Januar 1779 zu Andreasberg mittelst eines 12 Lr. lang vom Grünhirschler Stollen abgehen-

den Verschlags, und durch ein Bohrloch, in vorliegende alte Baue ein Durchschlag gemacht, wodurch faule stinkende Wasser gezapft wurden, die nicht den ganzen Verschlag, sondern auch eine Strecke des Hauptstollens selbst mit bösen Wettern anfüllten. Zwey Steiger (Wooge und Schlick) wollten sich vom Mundloche herein bis zu ihnen hin wagen, als sie aber merkten, dafs ihr Licht blau und fahl wurde, kehrten sie um. Während des Umkehrens bewegte sich die Flamme auf dem Dachte ihres Grubenlichtes hin und her, entwich augenblicklich ganz, und setzte eben so geschwind die ganze Gegend in helles Feuer. Der eine von ihnen ward sogleich ohne Bewußtseyn in die Wasserseige des Stollens geworfen; der andere hörte die Feuerwolke mit großem Geheul auf dem Stollen vorfahren, wurde von dem Knalle aber auch niedergeworfen. Beyden wurde Gesicht und Hände verbrannt und alle Haare abgesengt, an den wollenen Strümpfen und Westen fand man einzelne Flecke entzündet, an leinener Kleidung aber nirgends etwas versehrt. Ueberdies waren Gesicht und Kleider noch von kleinen Wändchen zerrissen und zerfetzt, die ihnen durch

die Gewalt der Explosion eingeschlagen worden waren. Das Getöse und Geheul bey dieser Entzündung hat man auf dem Stollen über 150 Lr. weit gehört, auch ist viel von Zimmerung in der Nähe eingerissen worden. — Ein größeres Unglück als dieses geschah ebenfalls zu St. Andreasberg, (nach Hrn. Stelzners Vermuthung) wahrscheinlich im Jahr 1694, als der Durchschlag aus dem St. Johannes- in das St. Annen-Gebäude gemacht wurde, wobey 12 Personen umgekommen seyn sollen *).

Außerdem erinnere ich mich von andern Gruben auf Erzgängen nur merkwürdiger schla-

*) Jenes neuere Beyspiel von schlagenden Wettern auf dem Grünhirschler Stollen findet man in mehrern Schriften ausführlich und mit noch mehrern Nebenumständen erzählt, bes. im Hannöverschen Magazin 1779. B. XVII. S. 885 — 890. in Hrn. von Trebra's Erfahrungen vom Innern der Gebirge 1785. S. 40. und in Hrn. Stelzners Beobachtungen über Grubenwetter a. a. O. S. 316 — 319. vergl. mit Hrn. Freiesleben's Bemerkungen über den Harz, Th. I. S. 331 und 345. — Das zweite Beispiel, wahrscheinlich von 1694 ist in Honemanns Alterthümern des Harzes weitläufiger erzählt. — Hr. Stelzner erwähnt in a. a. O. S. 315. noch eines ähnlichen Unglücks, das auch im Jahr 1779 zu Andreasberg, durch unberufenes und

gender Wetter am Röhrenbühel in Tyrol *), in den Idrischen Quecksilberbergwerken **), und in dem Eisenbergwerke der Weitwiesen im Salzburgischen ***). — Die sonderbarsten Beyspiele brennbarer und schlagender Wetter kann man auf Steinkohlenwerken, besonders in England sammeln. So sollen die Kohlengruben bey Mendix voll brennbarer Dünste seyn, die die Arbeiter ersticken, oder wenn sie auch wieder hergestellt werden, ihnen doch Convulsionen erregen. Ersteres geschieht besonders wenn die Wetter, die sich in Form eines Balles mit einer dünnen Haut umgeben, an die Firste anhängen, von einander gehn. Daher pflegen die Arbeiter, wenn sie einen solchen Ball sehen, ihn mittelst eines langen Strickes und eines Stabes

heimliches Feuer setzen geschah, das aber wohl nicht auf die Rechnung der schlagenden Wetter zu bringen seyn dürfte.

*) Sperges Tyrol. Bergwerksgeschichte, S. 239. 330.

**) S. Scopoli bey Macquer a. a. O. S. 795. 796. Anm. I.

***) Flurl Beschreibung der Gebirge von Bayern und der Ober-Pfalz, S. 195.

bes zu theilen, und sich den Weg dahin mit Feuer zu reinigen. Durch ähnliche schlagende Wetter sollen sich die Kohlenflöze zu Whitehaven entzündet haben *). In jenen Steinkohlengruben zu Workington und Whitehaven in Cumberland, wo sich die brennbaren Wetter beständig efinden, heißen sie *Foul-air*. Um ihre Entzündung durch Grubenlichter zu vermeiden, soll man eine eigene Maschine, *Flintmill* (Feuersteinmühle) haben, mittelst deren ein Arbeiter 5 bis 6 andern dadurch leuchtet, daß ein stählernes gezähntes Rad an einem Feuersteine Funken sprüht; doch sollen sich auch durch diese Vorrichtung die Wetter bisweilen entzünden. Nach den Nachrichten von Jars vergeht hier fast keine Woche, wo nicht ein oder der andere Arbeiter ganz sinnlos an den Tag gebracht wird. Die Wirkung der Wetter soll dann der Effekt eines scharfen Vomitiv- oder Purgirmittels seyn, und die Arbeiter mehrere Tage krank bleiben. Die Ge-

*) S. M. Alberti Brief vom allerneusten Zustand Großbritanniens in Grundigs Sammlung zur Natur- und Kunstgeschichte, 1752. B. XXIV. S. 1079.

tödteten sind theils verbrannt, theils nur versengt, theils von der Ausdehnung der Luft erstickt. Bey dergleichen Erstickten sollen die Gelenke erst nach einigen Tagen kalt und steif werden. Die jählunge Entzündung der schlagenden Wetter in einem Kohlenflöze, das lange nicht befahren gewesen, soll einst 6 Arbeiter auf einmal getödtet, eine Menge anderer Personen beschädigt, und eine Explosion, auf 6 Meilen weit hörbar, bewirkt haben *). — Aus einem obern Flöze zu Workington erwähnt Jars einer Röhre, die bis zu Tage ausgeht, und durch welche der entzündete unaufhörlich brennende Dampf mit einer bläulichen Flamme, die einen Fuß hoch über die Mündung der Röhre in die Höhe steigt, beständig herausziehen soll **). Darf man ältern, freylich etwas unwahrscheinlichen, Nachrichten trauen, so entzündeten sich Anno 1708 in England brennbare Wetter, wobey 69 Personen umgekommen, auch die Erde so erschüttert seyn soll, dafs die Fische eines nahen

*) *Journal des Mines, An IV. Tom. prem. S. 81.*

**) Jars metallurg. Reisen, B. II. S. 401 — 407.

Flusses todt obenaufgeschwommen seyen *).
Aufser dem mehrmals erwähnten Kohlenwerke
zu Whitehaven soll sich auch ein Steinkohlen-
flöz zu *Riv de Gier* in Frankreich durch bren-
nende Wetter von selbst entzündet haben **).
Ferner sind in den Lütticher Steinkohlenwer-
ken schlagende und die Arbeiter tödtende Wet-
ter gar nicht selten a). — Die brennbaren
Wetter in den Kohlengruben bey Preussisch
Minden scheinen sehr mit Kohlensäure ge-
mengt zu seyn; sie sollen als ein bläuliches
Wölkchen von geringer Ausdehnung, gerade
von dem Ansehn wie dicker Tobacksdampf,
auf etwas Wasser über der Soole gelegen, und
bey ihrer schnellen Entzündung Arbeiter und
Zimmerung verbrannt haben b). Gleiche ent-
zündbare Luft soll sich endlich im Schwalbe-

N 2

*) Zeno Abhandlung von dem Aufsig'e'r Erdbeben,
in den Neuen physikalischen Belustigungen, B. II.
S. 69.

**) Ebendasselbst.

a) Jars a. a. O. B. II. S. 487.

b) Klippsteins mineralog, Briefwechsel, B. II. S. 227.

thaler Stollen am Meissner in Hessen ebenfalls auf einem Steinkohlenwerke finden c).

In den Bochnier Salzgruben will man oft Klüfte aufgehauen haben, die mit brennbaren Wettern angefüllt sind; letztere nennt man dort Salpeter. Meist sollen sich solche Klüfte in feuchtem Gebirge finden, auch der Salpeter immer mit Wasser vorkommen, oder ihm doch Wasser nachfolgen. Läßt man ihm Zeit, sich einige Tage zu sammeln, so steigt er, nach Schobers Nachrichten, in die Höhe; verbrennt dann, wenn er entzündet wird, die Arbeiter, wirft in der Nähe alles über den Haufen, und fährt durch die Schächte zu Tage aus, wo er auch wohl das Dach vom Huthause abhebt. Nach seinem Verbrennen riecht es stark nach Schwefel; wird er nicht weggebrannt, so erstickten die Arbeiter in ihm, und die Augen

c) Riefs Beobachtungen über die Hessischen Gebirge, herausgegeben von Karsten, S. 79. vergl. mit desselben Abhandlung von den Eigenschaften des Alauns, nebst einer Beschreibung des bey Steinkohlenwerken oft entstehenden Feuers, der entzündbaren Luft, und einschläfernden tödtenden Wetter (kohlensauerer Gas) Marburg 1784.

haben ihnen vor dem Kopfe gestanden. — Gleiche entzündbare Wetter, jedoch nicht so häufig, sollen sich in den Salzgruben von Wieliczka finden *d)*. Auch hörte ich vor einem Jahr von einer ähnlichen Erscheinung der Quelle Esperance in den schweizerischen Salzwerken von Bex.

Wahrscheinlich giebt es auch aufser den zwiefachen Verbindungen, Gasarten mit drey Basen. Dahin gehören vielleicht die sonderbaren überaus leichten Wetter, welche in der Gailenreuther Höhle die mit thierischer Gallerte verbundenen Knochengerüste der präadamitischen Seebären noch heutiges Tages aushauchen. Wie diese uralten Knochenmassen geröstet dipelsches Oel ausschwitzen, so entbindet sich im Sommer bey einer Temperatur von 18 bis 20° R. ein Wasserstoffgas aus ihnen, das an der Firste angezündet den Geruch eben dieses brenzlichen Oels verbreitet. Findet sich nicht hier ein aromatisches Gemenge von Hydrogen, Azote, Karbon, und Oxygen? Auch muß

d) Schobers Nachrichten von den polnischen Salzgruben, im Hamburg. Magazin, B. IV. S. 296—298.

man dem Hydrogen ja nicht allein die Eigenschaft zuschreiben, andre feste Stoffe aufzulösen. In meinem *Memoire sur les combinaisons ternaires de l'oxygene de l'azote et du phosphore*, habe ich Versuche angeführt, aus denen erhellet, dafs nicht nur das reine Stickgas Schwefel, sondern auch das reine Sauerstoffgas Phosphor chemisch auflöste. Nach diesen Erfahrungen wäre es fast für möglich zu halten, dafs alle Gasarten unter gewissen Verhältnissen auch Metalle aufgelöst enthalten können. Herr Chaptal ist dieser Meinung sehr geneigt. In Idria und in andern Quecksilbergruben bemerkt man böse nicht schlagende Wetter, welche den Arbeitern ein heftiges Zittern *) des ganzen Muskelsystems erregen. Sind dies nicht Wirkungen eines aufgelösten Quecksilberkalks?

Dies sind die einzelnen Bemerkungen, welche sich nach unsern gegenwärtigen Erfahrungen und Fortschritten über die Naturgeschichte der bekanntesten Grubenwettern zusammenstellen lassen. Sie haben wenigstens den

*) Jars Metallurg. Reisen, B. IV. p. 901, Ferber's Beschreibung von Idria, S. 35.

Nutzen, zu zeigen wie mangelhaft noch unsere bisherigen Kenntnisse, wie unbestimmt unsere Benennungen in diesem Theile der Bergwerkswissenschaft sind, wie wenig wir noch die vielfachen, und von einander verschiedenen Arten der Grubenwetter, und besonders ihrer Gemenge von einander abgesondert und einzeln aufstellen können. Selbst an bergmännischen Erfahrungen und Thatsachen fehlt es noch, um dem Chemiker und Physiker hinlänglichen Stoff zu verarbeiten zu geben; man suche nur darnach in den Bergwerksschriftstellern, und man wird sich nicht wenig über die geringe Befriedigung wundern, die sie gewähren.

VII.

Mittel, verderbte Grubenwetter respirabel und lichterhaltend zu machen.

Nicht viel weniger dürftig, als die Naturgeschichte der Grubenwetter, ist die Geschichte der Vorrichtungen, welche man getroffen hat, um sie für Respiration und brennendes Geleuchte brauchbar zu machen oder zu erhalten. Es kränkte mich oft, wenn ich bedachte, wie gering auch hier der Einfluss sey, den Physik und Chemie bey ihren riesenmässigen Fortschritten in den letzten Jahrzehenden, auf die Arbeit und das Leben des Bergmanns gehabt haben. Enthält nicht der hellpolirte Bergbauspiegel des trefflichen Balthasar Rößler fast schon alles, was wir von den Verwahrungsmitteln gegen die Wetter wissen? Hundert Physiker haben sich damit beschäftigt, das Instrument zu vervollkommen, womit man die Atmosphäre wägt; hundert mecha-

nische Bergleute haben Hunde, Tonnen und einzelne kleinliche Maschinentheile bis zur Spielerey verändert und bekünstelt, haben sie mit einer Wichtigkeit behandelt, der alles andere nachstand; und über Verbesserung der Wetter bietet die Geschichte der Erfindungen nur wenig, über Rettung verunglückter Bergleute, kaum einige dürftige Ideen dar. Möchte ich doch durch diese geringfügigen Betrachtungen die Aufmerksamkeit arbeitender Physiker auf die Cultur eines so unterhaltenden, für Wohlstand und Leben einer der nützlichsten, arbeitsamsten Menschenklassen, so unendlich wichtigen Feldes heften können; möchte ich sie herabziehen wie Deluc, Saussure und Lichtenberg sie aufwärts in die Regionen der Wolken zogen *). Die Natur kennt kein Oben und Unten. Alles im beweglichen Element ist gegenwirkend, ist mischend. Kaum fängt der Bergmann seine unterirdische Arbeit an, kaum ist ein Stollen an 20 Lr. in das Gebirge gebracht, ein Schacht 8 bis 10 Lr. abgesunken, so treten die ängstlichen Beschwerden des Wettermangels ein. Man er-

*) Crell's chemische Annalen, 1795. St. 8.

innere sich nur, daß ohngefähr 220 Kubikzoll (ohngefähr $\frac{1}{6}$ Kub. Fuß) gemeine Luft nur etwa eine Minute zureichen, das Brennen eines gewöhnlichen Talglichts zu unterstützen *), und daß ein Mensch binnen 24 Stunden schon bey ruhigem Aufenthalte durch bloßes Athemholen über ein Pfund Feuchtigkeit verliert, so daß die während 2 bis 3 Minuten eingeschluckte und ausgehauchte Luft davon so überladen ist, daß man Mühe haben würde, länger davon zu athmen, auch daß noch außerdem in eben so langer Zeit aus eines Menschen Körper ohngefähr 39 Unzen feste Stoffe verdünsten **), und daß ein Mensch in einer Minute 36 Kubikzoll Luftsäure ausathmet ***).

*) Lempe a. a. O. B. V. S. 123.

**) Hales im Hamburger Magazin, B. II. S. 34. Nach Bergmann dunstet ein Mensch täglich 35 Kub. Zoll aus. S. physikal. Erdbeschreibung S. 281.

***) Denn es werden in jeder Minute 720 Kubikzoll atmosphärischer Luft inspirirt, in welcher 194,4 Kub. Zoll Lebensluft enthalten sind. Da nun $\frac{5}{100}$ der atmosphärischen Luft in Luftsäure verwandelt werden; so athmet man in eine Minute 36 Kub. Zoll Luftsäure aus.

Die Arbeit wird mit wachsendem Wettermangel immer beschwerlicher und kostbarer; die Versäumnisse dabey nehmen zu; die Hälfte der Arbeitszeit muß der Häuer auf Erhaltung einer Flamme wenden, die ihm mit jeden Augenblick zu verlöschen droht. Nun wird es hohe Zeit auf Mittel zu denken, die verdorbene Luft entweder zu verbessern, oder frische an deren Stelle herbey zu schaffen.

Wetterwechsel.

Aus Mangel an chemischer Bekanntschaft mit den Grubenwettern fand man bisher alle Aussicht, verdorbenen oder schädlichen Wettern chemische Gegenmittel entgegen zu setzen verschlossen, und mußte ohne dieselben bisher immer beym Wetterwechsel, auf den sich fast alle bisherigen Wettersvorrichtungen reduciren, stehen bleiben, wobey es wie ich selbst gesehen habe, nicht selten geschah, daß verdorbene Luft durch verdorbene Luft ersetzt wurde.

Selbst in der Theorie des unterirdischen Wetterwechsels ist man noch weit zurück.

Wetterwechsel ist nichts anders als unterirdischer Wind, und kann schlechterdings nicht einzig und allein, wie man immer annimmt, vom Druck der äufsern Atmosphäre abhängen. Man glaube überhaupt ja nicht, dafs die Temperatur der Grubenluft sich stets nach der äufsern Atmosphäre richte, und durch die verschiedene Wärmeleitekraft der unterirdischen Gasarten modificirt werde *). Meine 4 Jahre lang fortgesetzten Thermometerbeobachtungen zeigen gerade das Gegentheil. Man sieht Wärme und Kälte in der Grube entstehen, ohne dafs die obere Luft sich ändert, oder vor Monaten sich geändert hat, (denn das Fortpflanzen der Temperatur geht sonst langsam). Die Ursachen dieser Veränderungen liegen meist in den Grubenwettern selbst, in denen sich Thau und Nebel bilden; in denen die Elektrizität eine grofse Rolle spielt, in denen ununterbrochen (wie in der überirdischen Wolkenregion) Stoffe aus dem Luftförmigen in den tropfbaren Zustand, und umgekehrt übergehen, in

*) Vergl. meinen Brief an Herrn Lampadius in Crells chem. Annalen, 1795. St. 8. S. 108.

denen Wärmestoff gebunden und entbunden wird. Geht eine solche partielle Veränderung in der unterirdischen Temperatur vor, so entstehen eigne Winde, Luftbewegungen, welche durch die Natur des Grubenbaues sonderbar modificirt werden, und dem gewöhnlichen ordentlichen Wetterwechsel (der von außen kömmt) oft entgegen strömen. Hiermit ist aber nicht gesagt, daß aller unterirdischer Wetterwechsel von dergleichen partiellen Veränderungen der Temperatur abhinge, sondern es sollten diese Bemerkungen nur auf die bisher ganz übersehenen chemischen Veranlassungen der unterirdischen Windströme aufmerksam machen.

Grubenbau - Veranstaltungen für Wetterwechsel.

Der gewöhnlichere Wetterwechsel hängt immer von den Druck der äußern Atmosphäre auf die Grubenluft ab, und darauf gründen sich die bekannten Regeln des Bergmanns, einerseits den Druck der Atmosphäre auf zwey oder mehr verschiedene Zugänge in die Gru-

ben, durch deren verschiedene Höhen gegen einander zu modificiren, andererseits in den Gruben selbst diejenigen Wetter, welche sich mit einander ins Gleichgewicht setzen wollen, (die aus- und einziehenden) von einander abzusondern *). Es gründet sich hierauf ferner der Nutzen regelmässiger Stollen für den Wetterwechsel, die in Ansehung ihrer Anlage um so vortheilhafter wirken, je

1) söhlicher und gerader sie getrieben sind, damit sie bey mehrerer Erlängung dem Wetterzug nicht dieselben Schwierigkeiten entgegen

*) Es ist meine Absicht nicht, auf die mannigfaltigen Regeln, die aus den diesfalls anzuwendenden physischen und mechanischen Grundsätzen für den Grubenbau sich ergeben, hier Rücksicht zu nehmen. Man findet darüber die vollständigste Auskunft nicht nur im Bericht vom Bergbau, und in Delius Bergbaukunst, sondern auch in Jars Metallurgischen Reisen, wo die ganze 167. Abhandlung B. I. S. 553. u. f. sich mit dem Wetterzuge beschäftigt, (die auch als *Memoire sur la circulation de l'air dans les mines* in den *Memoir. de l'Acad. des Sciences* 1768 abgedruckt ist), desgleichen auch in Herrn Lempens Beyspielen, Wetternöthigen Oertern gute Wetter zu verschaffen, im Magazin für die Bergbaukunde, B. V. S. 116 u. f.

setzen, die ein flach ansteigendes Ueberhauen verursachen würde;

2) je tiefer ihr Mundloch unter der Oefnung desjenigen Schachtes liegt, durch welchen die Wetter vom Stollen wieder ausziehen sollen; und überhaupt

3) je dichter und kälter die Luft vor dem Stollenmundloche ist, daher man Stollen die in engen schattigen Gründen, oder in Gründen die nur kühlen Winden ausgesetzt sind, ihr Mundloch haben, für den Wetterwechsel sehr förderlich findet; so dafs man kein dergleichen Mundloch von der umstehenden Waldung entblößen sollte *).

Besonders aber beruht auf jenen Erfahrungen über den natürlichen Wetterzug die Anlegung des Tragewerks auf Stollen und Strecken, oder ganzer Schachtscheider in Wetternöthigen Schächten und Gesenken.

Nur selten kömmt man selbst mit einem ganz regelmässigen Stollen, des Wettermangels wegen, ohne besondere mechanische oder bergmännische Vorrichtungen, sehr weit fort.

*) Delius Bergbaukunst, S. 454. S. 294.

Als ein seltenes Beyspiel vom Gegentheil verdient der tiefe Eliasstollen zu Wolfstein im Zweybrückschen, besondere Erwähnung; er soll 345 Lr. lang getrieben seyn, ohne ein Lichtloch auf ihn abzusinken, oder eine Wettermaschine anzulegen *); seine einzigen Vortheile bestehen darin, daß er söhlich getrieben ist, daß keine Zimmerung auf ihm befindlich ist, von welcher Verderbnis der Wetter zu fürchten wäre, und daß er wohl verspündetes Tragwerk hat.

Gewöhnlich muß man, so lange man Herstellung des Wetterzuges als die einzige Vorkehrung wider verderbte Wetter kennt, sehr bald außer dem regelmässigen Betrieb des Hauptstollens noch zu andern kostbaren Grubenbauen, um ersterem zu Hülfe zu kommen schreiten. Dies ist die Ursache, warum die Alten gewöhnlich zwey Stollen über einander trieben, (von denen der obere ein Wetterstollen hieß), die sie von Zeit zu Zeit mit einander

der

*) Beyers Reise nach den pfälzischen Quecksilber-Bergwerken, in seinen Beyträgen zur Bergbaukunde, B. I, S. 95.

der durchschlägig machten *). Dies ist es auch, was noch jetzt zu Anlegung von Mittelstollen, zu Absinkung oft so kostbarer Lichtlöcher, zur Anlage meist unwirksamer Bohrlöcher oder theurer Querschläge, und zu ganz besonderer Vorrichtung solcher Grubenbaue, in denen Feuer gesetzt wird, disponirt.

W e t t e r m a s c h i n e n .

Eben dieser sobald eintretende Mangel an hinlänglichem Wetterzuge gab Veranlassung zu mehreren mechanischen Vorrichtungen. Unbedeutendere dergleichen Hülfsmittel sind Windfänge, Wetterhüte und ähnliche Aufsätze auf die Oefnungen der Schächte und Stollen, mit deren Hülfe z. E. der Schulthaler Stollen am Oberharze gegen 400 Lr. ohne andere Vorrichtung fortgetrieben worden seyn soll a).

Eins der ältesten und einfachsten Mittel, waren die gewöhnlichen Schmiede-Blas-

*) Rösslers Bergbauspiegel, S. 55. §. 26.

a) Calvör vom Oberharz, Maschinenwesen, Th. I. S. 3.

bälge b); aber wegen ihrer vielfachen Unbequemlichkeiten konnten sie nirgends allgemein werden. Daher muß man sich wundern, daß noch gegenwärtig von Zeit zu Zeit dergleichen Blasebälge, nur auf verschiedene Art modificirt, wieder in Vorschlag kommen c). Durch mancherley Veränderungen entstanden aus ihnen die Windladen. Aehnliche Vorrichtungen der Alten, als Wetterräder, Wettertrommel etc. sind schon aus dem Agricola und andern Bergwerksschriftstellern bekannt.

Auf gleichen Grundsätzen beruht die Anlegung aller sogenannten Wettersaugen und Wetterbläser, der in ältern und neuern Zeiten unter mancherley Namen in Vorschlag

b) Man sehe außer Agricola, Löhneyfs, Calvör, Desbarrières und Gensane (*Mémoires de l'Acad. de Sciences* 1723, und *Mémoir. de l'Acad. des Savans étrangers*, Tom. IV. auch den Bericht vom Bergbau, S. 159. S. 360.

c) Z. E. von Robinson *Transactions of the American Philosophical Society of Philadelphia*, Vol. III. 1793. No. 26. Götting. Gelehrte Anzeigen, 1794. S. 1715 — vom Hrn. D. Reich im Reichsanzeiger 1795. No. 14. u. s. f.

gekommenen Ventilatoren und Gebläse *d)*; unter denen allen die Erfahrung noch immer den Harzer Wettersatz *e)* als den einfachsten und wirksamsten anrath. Mittelt eines eine Elle weiten Cylinders, deren zwey durch einen 12jährigen Knaben, mittelst eines

O 2

d) Man sehe hierüber Calvör vom Oberharzer Maschinenwesen, Th. I (besonders von dem Schwarzkopfschen Wettersatz, mit dem z. E. ein Ort auf der braunen Lilie über 500 Lr. ins Feld gebracht wurde) — Steph. Hales Beschreib. seines Ventilators im Hamburger Magaz. B. II. S. 25—42. — Parrots zweckmäßigen Luftreiniger, B. II. 1793. — Des Ober-Steigers Böbert Luftwechselmaschine — (Reichsanzeiger 1795 No. 282, S. 2863—2865 und Intelligenzblatt der Allg. Litt. Zeitung 1796, S. 746.) u. s. f.

e) S. Stelzners Beschreib. des Harzer Wettersatzes, in den Schriften der Berl. naturforschenden Gesellschaft, a. a. O. S. 321, u. f. — Lempe's Abhandl. über den Harzer Wettersatz im Magazin für die Bergbaukunde, B. V. S. 76. — Baaders Beschreib. eines neuerfundenen Gebläses mit Kupf. 1794 — und Hrn. Oberbergmstr. Stelzners darauf Bezug habende Abhandl. in Crell's chemischen Annalen 1794, B. II. St. 10, die besonders die Geschichte des Harzer Wettersatzes erzählt.

Schwengels, oder durch ein 3 Ellen hohes Rad mit wenig Aufschlage-Wasser füglich bewegt werden können, bringt man die Wetter gegen 500 Lr. weit fort. Aufser dem Oberharze habe ich von dieser Maschine den vortheilhaftesten und häufigsten Gebrauch in Sachsen, besonders in der Freyberger und Marienberger Revier, (wo immer 3 bis 4 dergleichen Wetter-sätze in Umgang sind) gefunden.

Benutzung des Feuers zum Wetterwechsel und zu Verbesserung der Wetter.

Selbst des Feuers bediente man sich hier und da, um das Gleichgewicht der unterirdischen Wetter durch partielle Verdünnung der Luft in der Grube oder über Tage zu stören, und dadurch Wetterwechsel hervor zu bringen.

Man baute vornehmlich Wetteröfen an der Mündung derjenigen Oefnungen, durch die die Wetter ausziehen sollten, um daselbst die Luft durch Erwärmung zu verdünnen, und so ihren Widerstand gegen die ausziehenden

Wetter zu vermindern *). Sehr leicht konnte man hierzu die Oefen der Betstuben, wenn sie in den Schachtkauen angelegt waren, mit benutzen. Man sieht, daß durch diese Wetteröfen die Luft (weil diese der warmen Atmosphäre des Ofens nachdringt,) von den wetternöthigen Grubenbauen weggezogen wird, daß jene mithin als Wettersauger wirkten. Sie thaten dies aber nur so lange, als der Wetterzug seine angenommene Richtung behielt; so oft sich diese änderte, welches sehr oft und unbestimmt, regelmäfsig aber fast jedesmal mit Eintritt des Sommers geschieht, so halfen sie nichts mehr, daher auch ihr Gebrauch keine Allgemeinheit erhielt.

Ein schon minder einfacher Wetter-Ofen, von dem eine Röhrentour nach dem wetternöthigen Orte ging, ist die sogenannte Feuerwettermaschine, die der bekannte Mechaniker Bartels schon 1716 auf dem Harze anlegte a),

*) Bericht vom Bergbau, S. 169.

a) Calvör beschreibt diese Maschine nach seiner lehrreichen Art im Oberharzer Maschinenwesen, B. I. S. 17. §. 14 u. f.

und dadurch dem Pelicanstollen auf dem Silber-
nagelzuge über 300 Lr. lang frische Wetter-
schafte. Diese Maschine wurde nachher noch
auf anderen Harzer Gruben, auch von Triewald
für Schwedische Steinkohlenwerke, und von
Sutton für die untern Räume in Schiffen, an-
gewendet. Noch jetzt braucht man sie, so
viel ich weiß, sehr häufig bey dem Walden-
burger Steinkohlen-Bergbau in Schlesien.

Eine sehr einfache Art Wetteröfen von Zie-
geln und Steinen wurde schon 1725 und nach-
her öfterer mit vielem Nutzen in den bannati-
schen Bergwerken angewendet *b)*; sie wirkten
auch als Wettersauger, und zwar so heftig, daß,
wenn man an das untere Ende der Röhren,
durch die die Grubenluft nach dem Ofen zu
auszog, Späne brachte, diese durch die ganze
Röhrentour, durch den bey 50 Lachter tiefen
Schacht durch, und zum Rauchfang des Ofens
herausgetrieben wurden.

Der pyropneumatische Apparat, den noch
neuerdings die Hrn. Cadet Devaux, La-
borie und Parmentier, besonders für me-
phytische Anzüchte in Vorschlag gebracht

b) S. Delius, S. 313. §. 481. und Fig. 13.

habeu, ist ebenfalls nichts anders als ein Wetterofen. Er besteht aus einem bedeckten Reverberierofen, auf welchen 5 bis 6 Fuß Röhren wie ein Schornstein aufgesetzt sind. Aus dem Aschenheerde geht eine andere Röhrentour in den Schacht oder Brunnen hinein, der mit bösen Wettern angefüllt ist, und zwar bis in 3 oder 4 Fuß Höhe über das Tiefste. Diese Tour besteht aus kupfernen zusammengeschnittenen Röhrestücken, die man nach und nach bis in die gehörige Tiefe des Schachtes hineinlassen kann, ohne dafs man selbst nöthig hätte, mitzufahren. In dem Ofen zündet man mit trocknen Holzspänen ein lebhaftes Feuer an, so wird es den Schwaden mit grofser Geschwindigkeit aus dem Schachte wegsaugen *), und das wetternöthige Abteufen vielleicht nach Verflufs einer $\frac{1}{2}$ Stunde fahrbar gemacht worden seyn.

Ich bin überzeugt, man würde die Wetteröfen noch mehr nutzen können, wenn man

*) Eine genauere Beschr. und Abbildung dieser Maschine, s. *Journal de Physique* 1783. St. 3. S. 229. und *Journal des Mines an IV.* No. 14. S. 2. 3.

ihren Gebrauch ganz umkehrte, und sie als sogenannte Wetterbläser benutzte. Bisher verdünnt man durch ihre Hülfe die Luft über Tage an den Auszugsöffnungen der Wetter, und nöthigt dadurch diese zu geschwinderem Ausströmen. Von dieser Wirkung bleibt aber für sehr entfernte wetternöthige Punkte das Meiste zurück; zu geschweigen, daß die ganze Vorrichtung ihre Brauchbarkeit verliert, sobald sich der natürliche Wetterzug umsetzt. Es scheint mir daher zweckmäßiger zu seyn, die Luft an dem Punkte, dem man frische Wetter schaffen will, selbst durch Erwärmung zu verdünnen, und dadurch die entfernten kalten Grubenwetter, oder die äußere atmosphärische Luft zu nöthigen, jene Stellen nachzutreten, mithin als immer erneuerte frische Wetter vor die erwärmten Oerter zu strömen.

Unsere Vorfahren bewirkten etwas ähnliches durch eine Arbeit, die sie Kesseln nannten. Balthasar Rösler *) erzählt, daß man

*) Röslers Bergbauspiegel, S. 55, §. 25. vergl. mit Can-
crins Beschreib. der vornehmsten Bergwerke, S. 251,
§. 16. und Joh. Andr. Fischer anatom. metall. sub-
terranea. Erford 1691, p. 3. th. 5.

vormals zu Eisleben in wetternöthige Schächte eiserne durchlöchernte Körbe mit dürrer Holz bis auf das Füllort herab liefs, und dann das Holz anbrannte, auch wohl diesen brennenden Korb im Schachte hin und her bewegte. Noch jetzt findet man hier und da, selbst in unserer Wunsiedler Revier, dafs man in wetternöthigen Schächten Stroh anzündet, und damit die Luft verdünnt.

Um meinen Vorschlag zu Anwendung kleiner Windöfen als Wetterbläser für wetternöthige Oerter verständlicher zu machen, habe ich Tab. III Fig. 22. eine hierzu allenfalls schickliche Vorrichtung zeichnen lassen. Man ziehe eine Wetterlotte *a b* auf der Soole, oder noch besser wohl verspündetes Tragewerk bis an das Ort; verblende dann dasselbe in so kurzer Entfernung als möglich vom Ortstofs zurück, und setze vor die Blende ein blechernes Oefgen mit einer eisernen Röhre, die aus demselben durch die Blende durch, bis in den zwischen dem Ortstofs und der Blende eingeschlossenen Raum geführt ist. Was wird geschehen? — Der Ofen wird die ihn umgebende Luft erhitzen; dies wird besonders die Luft in dem Verschlage treffen, weil dieser durch die

in ihn geführte blecherne Röhre noch mehr erwärmt wird. Die erwärmte und verdünnte Luft wird zugleich durch diese Röhre zu Unterhaltung des Feuers in den Oefen einströmen; dagegen wird die kältere dichtere Luft unter dem Tragewerke her, nach dem Ortstosse zufließen; sobald sie daselbst erwärmt und verdünnt ist, durch die blecherne Röhre in den Ofen ziehen, dann ihre Stelle durch neue frische Luft ersetzen lassen, und so einen beständigen Wetterwechsel unterhalten. Ich habe diese Vorrichtung nie selbst practisch geprüft, hatte auch keine Gelegenheit in andern Bergwerksgegenden jemanden zu deren Anlegung zu veranlassen; mithin kann ich weder den Nutzen bestimmen, den dieselbe gewähren würde, noch alle Schwierigkeit übersehen, welche sich ihr entgegen stellen dürften. Einige derselben werden jedem praktischen Bergmanne sogleich einfallen, aber keine davon scheint mir erheblich genug, meinen Vorschlag ganz ungeprüft zu verwerfen. Man wird mir einwenden, wie wohl das Feuer im Ofen an dem wetternöthigen Punkte zum brennen zu bringen seyn würde, besonders da die Erfahrung zeige, wie oft man schon auf andern Gru-

ben bey ungleich frischem Wettern, das Feuer setzen bloß aus Mangel an hinlänglichen Zuge einstellen müsse. Hier kann man sich aber Anfangs eine Zeitlang eines kleinen Handblasebalgs bedienen, um das Feuer nur erst zum brennen zu bringen; nachher wird es schon durch die Luft unterhalten werden, die aus der Verblendung des Ortstolses dem Ofen zudringt. Den Rauch des Brennmaterials wird man freylich durch eine abgesonderte Röhrentour oder durch einen Verschlag in der Firste, bis zum nächsten Schachte bringen müssen, um die Befahrung der Strecke nicht beschwerlich zu machen. Sollte zufällig auf einem Stollenflügel, wo man den Wetterofen anbringen will, bisher eine Wettermaschine, z. E. ein Harzer Wettersatz mit einer Röhrentour bis vor Ort gebraucht worden seyn; so könnte man sich dessen mit großem Vortheil zum Wegsaugen des Rauchs bedienen. Man wird auch nicht fürchten dürfen, daß die über dem Tragewerke durch den Ofen erwärmten Wetter, Veranlassung zu einem gestörten Wetterzuge dadurch geben sollten, daß die frische Luft, statt in der Wasserseige hinzufliessen, nunmehr über dem Tragewerke nach dem Ofen zu strö-

men, mithin sich gegen die unterhalb des Tragwerks hinziehende Luft stemmen würde. Die Luft wird ihren gewöhnlichen Zug, unter der Wasserseige hin, nicht verlassen, weil auf sie als die unterste Luftschicht der Streke, der meiste Druck von der äufsern Atmosphäre wirkt, und sie auch überdies wegen der in der Wasserseige fließenden Wasser gewöhnlich um vieles kälter ist, als die über dem Tragwerke befindliche Luft. Sollte man dann noch Bedenklichkeiten haben, so dürfte man nur eine Blende beym Anfange des Orts im Schachtstosse oder vor dem Mundloche hängen, und die ausziehenden Wetter nebst dem Rauche, mittelst Lotten zunächst der Firste durch diese Blende durchführen, auch wohl noch einige Lachter Lotten aufsetzen, um den Schlung der Wasserseige möglichst unter die Auszugsöffnung jener Wetter-und Rauchlotten zu erniedrigen. Kosten bey einem dergleichen Windofen wird man nicht zu scheuen haben. Seine Anschaffung ist wenig kostbar, zumal da er immer für die Grube als Inventarienstein, auch zu andern Gebrauch anwendbar bleibt, und zum Brennmaterial kann man Späne und Abgänge des Grubenholzes nutzen, besonders da

ein solcher Ofen nur ein ganz gelindes Feuer, und auch dieses vielleicht in den wenigsten Fällen ununterbrochen fordern dürfte. Meist wird es genug seyn, nur beym Anfang der Schicht die stockenden Wetter durch Erwärmung im Umlauf zu setzen, und dann das Feuer ausgehen zu lassen, welches überhaupt nie heftig seyn darf, um nicht dem vor Orte in dem Verschlage arbeitenden Häuer beschwerlich zu werden. Furcht vor dem Zerschneiden der Verblendung oder vor Unbequemlichkeit, die aus der Anlegung des kleinen Ofens für Förderung und dergleichen entstehen könnte, sind so unbedeutende Schwierigkeiten, daß sie unmöglich einen Bergmann abhalten können, einen vielleicht nicht unnützen Versuch zu wagen.

Eben so wichtig als die Beförderung des Wetterwechsels durch sogenannte Wetteröfen ist die Anwendung des Feuers zum Ausbrennen der brennbaren Wetter, als das sicherste Mittel, wodurch der Schaden dieser sonderbaren Gasart gemäfsigt, oder auch ganz verhütet wird. Dies Anzünden muß nur in kurzen Zeiträumen hinter einander geschehen, um den Wettern nicht so viel Zeit zu lassen, daß

sie sich hinlänglich anhäufen und mit derjenigen Menge atmosphärischer Luft verbinden können, die nöthig ist, wenn sie mit einer Explosion abbrennen sollen. Auf diese Art machte auch der Bergmeister Gläser zu Eybenstock jene schlagenden Wetter auf dem Rothgrubner Stollen, die sich nach gemachtem Durchschlage immer wieder anhäuften, für den fernern Ortsbetrieb unschädlich. Er liefs zwey Arbeiter von 4 zu 4 Stunden in naßgemachten Fahrkleidern und das Gesicht mit einem nassen Tuche verhüllt, auf dem Stollen hinterkriechen, und an den Punkte des Durchschlags liegend, mit ein oder zwey an einem Stab gebundenen Lichtern, diese Wetter ausbrennen, jedoch so dafs sie sich nach erfolgter Entzündung nicht sogleich aufrichten durften *). Dies Ausbrennen ging auch immer glücklich von Statten, so oft es die Arbeiter nur liegend verrichteten. Ein einzigmal liefsen sie den Stab, mit dem sie die Lichter an

*) S. Lempe von den brennbaren Wetter in Eybenstock, in seinem Magazin für die Bergbaukunde, B. VI. S. 148. verglichen mit Flurl, a. a. O. S. 169.

die entzündbaren Wölkchen gebracht hatten, in den Wettern liegen; daher kam es, dafs, als sie ihn das nächstemal wieder zum Ausbrennen brauchten, die schlagenden Wetter an demselben bis zur Hand des Bergmanns herabfuhren.

Benutzung des Wassers zu Verbesserung der Wetter.

Jedem unserer gemeinsten Bergleute ist bekannt, dafs wo Wasserklüfte angehauen werden, meist frischere Wetter erfolgen. Die gewöhnliche Erklärungsart dieser Erscheinung ist die, dafs 1) kohlenaures Gas durch die Grubenwasser absorbirt werde. Solche Absorption findet auch allerdings nach meinen Versuchen statt, aber gewöhnlich nur beym Giesen des Wassers in Wetternöthige Schächte, selten bey ruhig fließenden Wassern. Hiermit stimmen die Erfahrungen anderer Physiker überein. Herr Professor Lempe führt an: 1 Pfund reines Flufswasser mit einer Oberfläche von 20 Quadratzollen sättige sich mit der Luftsäure in 2 Minuten, wenn es geschüttelt werde; dagegen erst in 6 Stunden, wenn es ruhig stehe. Ue.

berhaupt saugt das Wasser um so mehr Luftsäure ein, je reiner es ist, je grössere Oberfläche es der, mit Luftsäure gemengten Luftart darstellt, je kälter und je bewegter es ist. Bey gewöhnlichen Druck der Luft und bey mäßiger Wärme nimmt das Wasser so viel Luftsäure in sich, als sein Volumen beträgt; aber bey Kälte die sich dem Eispunkte nähert, jedoch denselben nicht erreicht haben darf, verschluckt es weit mehr Luftsäure, als dieses sein Volumen ausmacht *). Ueberdies wird die Ziehkraft der Kohlensäure gegen das Wasser durch jede Verbindung derselben mit einem Antheil Hydrogen ganz gestört, und gewöhnlich ist das kohlensaure Gas der Grube mit Wasserstoffgas verunreinigt, mithin zur Absorption im Wasser unfähig. Ich läugne keinesweges dafs nicht auch Wasserstoffgas unter gewissen Bedingungen, durch reines Wasser aus seiner Mischung gesetzt werden sollte **); Allein gewifs

*) S. Lempe Beyspiele, wetternöthigen Oertern gute Wetter zu verschaffen, a. a. O. S. 141, und Macquer a. a. O. S. 716 und 755.

***) S. Macquers chemisches Wörterbuch, zweite Aufl. Theil II. S. 820, 828, 803. Anmerk. II.

wifs ist es dennoch, dafs Grubenwasser, besonders diejenigen so ruhig fliefsen, noch 2) auf eine ganz andere, weniger untersuchte Art wirken müssen; über die ich mich schon in frühern Schriften geäufsert habe *). Daher verbessern Wasser die Luft auch, wo die bösen Wetter ihre schlechte Beschaffenheit nicht der Kohlensäure, sondern dem Hydrogen schuldig sind. Das Wasser haucht nemlich Lebensluft aus, und eben diese wohlthätige Wasserzer- setzung ist es, welche der vegetationsarmen Meeresfläche eine so reine **), den eben so vegetationsarmen, dürren Sandwüsten eine so irrespirable Luft giebt. Daher ist selbst Wasserstoffgas, welches in Glocken über oft erneu- ertem Wasser stand, oft theilweise in Knallluft verwandelt worden.

Aufser dieser heilsamen chemischen Wir- kung der Grubenwasser, wirken sie auch noch 3) mechanisch zu Verbesserung der Gruben- wetter dadurch, dafs sie durch ihre Bewegung

*) Crell's chemische Annalen, 1795. B. II, St. 8.

**) S. Ingenhoufs über die Reinheit der Seeluft, in sei- nen physisch-chemischen Schriften, B. I.

die mechanisch eingeschlossene atmosphärische Luft entwickeln und verbreiten.

Hieraus erklären sich eine Menge für den Bergmann vortheilhafter Erfahrungen. Die Wetter auf Stöllen sind gewöhnlich besser, als bey gleichen Umständen auf trocknen Strecken. In Kunstschächten oder andern nassen Schächten klagt man seltner über Wettermangel, als in Treibeschächten oder trocknen Grubenbauen. Man sollte daher andere Vortheile ungerechnet, schon wegen besserer Conservation der Seile und des Gezimmers, wo möglich Kunst- und Treibeschächte immer zusammen legen *), und sie noch überdies wo es sich thun läßt, zum Einfall der Wetter bestimmen, weil es für Dauer des Holzes und der Seile unendlich vortheilhafter ist, wenn sie in einfallenden und nassen Wettern liegen, als wenn die ausziehenden Grubenwetter auf sie wirken **).

*) S. Bericht vom Bergbau, S. 172 §. 381. vergleiche Delius Bergbaukunst, S. 297 §. 459.

**) Von der Dauerhaftigkeit des Gezimmers in Schächten, wo die Wetter einfallen, erzählt Herr Stelzner ein merkwürdiges Beyspiel. Es soll nemlich in dem alten Thurmrosenhöfer Schachte am Oberharze noch

Dieses Einfallen erleichtern aber die Kunstschächte eben durch ihre Kälte und Nässe, wodurch sie die Grubenluft schwerer und dichter, mithin zum Einfallen geschickter als zum Ausziehen machen. Hiernach modificirt sich die gewöhnliche Regel des Wechsels der Wetter, daß diese nemlich zum Stollen (wegen seiner niedrigen Lage) ein- und zum Schachte ausziehen, gar sehr.

Das was der Bergmann zufällig, nur weniger ausgezeichnet, erfährt, wufste der scharfsinnige Hales auch durch künstliche Versuche zu bewirken. Wenn er irrespirable Gasarten, in denen durchaus kein Feuer mehr brennen

P 2

ein Stempel liegen, an welchem die Jahrzahl 1617 steht. Herr Stelzner sagt davon (in seiner 1786 geschriebenen Abhandlung) „die Zahl sey zwar etwas abgezehrt, oder vom Wasser abgefressen, aber noch sehr genau sichtbar; er habe sie vor etlichen und 40 Jahren nicht anders gesehen, und das Holz sey noch gut; es werde, weil es da nafs sey, noch lange liegen, wenn gleich seit 1766 sich die Wetter umgesetzt hätten, und nunmehr zu diesem Schacht auszögen. S. dessen Beobachtung über die Grubenwetter, a. a. O. S. 298.

wollte, durch Wasser gehen liefs, so erhielt er noch lange eine helle Flamme *).

Ich getraue mir selbst einzelne Erscheinungen in der unterirdischen Meteorologie die sich sonst schwer erklären lassen, aus der chemischen oder mechanischen Entbindung von Lebensluft durch die Grubenwasser zu erklären. Einen dergleichen räthselhaften Fall, den man bey Absinkung mehrerer Lichtlöcher auf dem tiefen Georgenstollen am Oberharze in Erfahrung brachte, erzählt der Herr Oberbergmeister Stelzner **). Als man nemlich bey fünfen dieser Lichtlöcher eine Teufe von ohngefähr 20 bis 30 Lr. unter Tage erlangt hatte, fing sich ein völliger Wettermangel in ihnen an, der bey weiterer Absinkung, statt dafs man fürchtete, er möchte sich noch mehr verschlimmern, von selbst wieder auf-

*) Hales Statik der Gewächse, S. 159.

**) S. Stelzners Anfrage wegen eines besondern Vorfalls, den Wettermangel betreffend, in den Schriften der Berliner Gesellschaft naturforschender Freunde, B. VII, 1786. S. 325—330. vergl. mit Freyeslebens Bemerk. über den Harz, Th. I, S. 304.

hörte, ohne dafs ein Durchschlag oder eine Communication mit andern Bauen in dieser mehrern Teufe eingetreten wäre, vielmehr fanden sich bey gedachten Lichtlöchern frische Wetter von selbst wieder ein, als sie um 20, 30 bis 40 Lachter tiefer niedergebracht wurden. Wahrscheinlich waren Wasserklüfte, die in dieser Teufe aufgehauen wurden, die Veranlassungen, die jenen Wettermangel hoben. Etwas ähnliches kam bey einem andern ebenfalls am Harze für einen Wassertauf abgesunkenen Lichtloche *).

Aufmerksam geworden auf so mannigfaltige Vortheile der Grubenwasser benutzt sie der praktische Bergmann auch auf mehrfache Art, chemisch und mechanisch, zur Verbesserung seiner Wetter. Besonders begründet sich hierdurch

1) der Nutzen der Wassertrommel, durch welche die im Wasser mechanisch gebundene atmosphärische Luft entwickelt wird. Man findet ihre Beschreibung in den meisten Bergwerksschriftstellern. Von ihrer Brauchbarkeit

*) Stelzners Beobacht. über Grubenwetter a. a. O. S. 305.

geben einigen Beweis der Tiefe-Freudenstollen zu Annaberg (welcher mittelst einer Wassertrommel vom Mundloche weg, auf 638 Lachter Länge Wetterzug erhielt,) und der tiefe Weistaubner Stollen zu Marienberg, auf welchem im Jahre 1767 durch eine Wassertrommel und mittelst einer Röhrentour, an 1000 Lr. lang frische Wetter fortgeführt wurden *a*). Das Lokale erlaubt sie nur selten anzulegen. In neuern Zeiten scheinen sie nach und nach wieder außer Gebrauch zu kommen. Am allgemeinsten habe ich sie bey den Schweizerischen und Savoyischen Bergwerken gefunden; wo hohes Gefälle in den jähren Thälern vor den Stollenmundlöchern sie besonders wirksam machte.

2) Hier und da wurde ehemals auch das Wasser als Dampf mittelst einer Aeolipile zu Herstellung frischer Wetter gebraucht, ohne daß die Art, wie es hier eigentlich gewirkt hat, satksam aufgeklärt ist; daher sich auch die wenigen Nachrichten über die mit dieser Maschine gemachten Erfahrungen, noch sehr wi-

a) Bericht vom Bergbau, §. 385. S. 168.

dersprechen. Die erste Anwendung davon geschah auf dem alten Bricciusstollen zu Annaberg, wo man damit auf 550 Lachter Länge frische Wetter hergestellt haben soll, nachher auch zu Claufsthal am Oberharze *). Die durch die Aeolipile hervorgebrachten Dämpfe scheinen chemisch durch Absorption der irrespirablen Gasarten gewirkt zu haben, so wie sie neuerdings wieder Herr Buchholz zum Reinigen der Luft in Krankenzimmern vorgeschlagen hat **).

3) Ferner bedient man sich des Wassers, um durch dasselbe mittelst des an manchen Orten gewöhnlichen Büschelns, nicht blos frische Luft in matte Wetter zu bringen, sondern auch irrespirable Gasarten zu reinigen. Man nimmt ein Bündel Reifsholz, wo noch das Laub dran ist, eine kleine grüne Fichte oder Tanne, auch wohl ein Gebund Stroh oder Heu, benetzt dieses so stark als möglich mit reinem kalten Wasser, und bewegt es mög-

*) S. Calvör Beschr. des Oberharzer Maschinenwesens, Th. I. S. 6. 7.

**) Buchholz, Bemerk. über verdorbene Luft in Gefängnissen, u. s. f. Erfurt 1793.

lichst schnell vor dem wetternöthigen Orte oder in dem Schachte (mittelst eines Seils) hin und her. Hier wirkt das Wasser auf zwiefache Art. Gewöhnlich absorbirt es den Schwaden oder die Kohlensäure, da diese vom Wasser um so leichter verschluckt wird, je mehr Oberfläche ihr letzteres darbietet, je stärker es in ihr bewegt wird, je öfterer man mit seiner Oberfläche abwechselt, und je kälter und reiner es ist a). Daher thut auch Wasser, das in einen Schacht ausgegossen oder hineingegossen wird, die nehmliche Wirkung, wie das Büscheln gegen den Schwaden. Ich habe aber auch beyde Mittel (selbst in unserer Wunsiedler Revier) treflich wirken sehen, wo sich reines, leichtes (nur nicht mit kohlsauerem Gas umhülltes) Hydrogen in den Schächten gelagert hatte. Hier scheint jedoch das Wasser mehr mechanisch durch Stofs, durch Verdrängen, durch Beförderung des Wetterwechsels zu wirken. Nur dann dürfte es auch eine chemische Wirkung auf das brennbare Gas äufsern, und dieses seiner Entzündbarkeit berauben, wenn es

a) Lempe, a. a. O. B. V. S. 123.

sehr lange und bey freyem langsamen Zugang der atmosphärischen Luft mit den brennbaren Wettern geschüttelt wird, so dafs man hierdurch ihrer Entzündbarkeit selbst da zuvor- kommen kann, wo man weiß, dafs sie sich angehäuft haben b).

Vertilgung unterirdischer Pflanzen.

Da die so häufig in den Gruben an der Zimmerung sich anlegenden weissen Schwämme und Byssusarten, von denen ich schon in den Freyberger Gruben allein so verschiedene Gat- tungen gedeihen sah *), ununterbrochen Was- ser zersetzen und Hydrogen mit Kohlenstoff ausathmen, mithin so unglaublich viel zur Verderbnifs ihrer Atmosphäre beytragen, so ist es ein wichtiges, bisher noch wenig erkann- tes Mittel die Wetter sich gut zu erhalten, dafs man das Aufkommen jener Schwämme in den Gruben möglichst verhindert, und wo sie sich

b) Vergl. Lampe von brennbaren Wettern, a. a. O. B. VI. S. 159.

*) S. meine *Flora Fribergensis subterranea*.

einmal eingefunden haben, sie mit aller Anstrengung zu vertilgen sucht. Ich kann aus der Erfahrung meiner Revier zeigen, wie geschwind wetternöthige Gruben sich ihre Wetter dadurch verbessern, daß man sie von jenen unterirdischen Pflanzen reinigt. Diese Arbeit ist äußerst einfach, und geht sehr schnell von Statten, und doch hält es an vielen Orten ungemein schwer, den gemeinen Bergmann, dessen Gewissenhaftigkeit und Aufmerksamkeit man sie allein überlassen muß, von ihrer Wichtigkeit zu überzeugen. An Stellen wo schon ganze Strecken Zimmerung von dem verderbenden Schimmel angegriffen sind, rettet man diese sowohl als die Güte der Wetter nicht mehr von dem schädlichen Einfluß der Pflanzen; dergleichen Stellen kann man nie ganz rein abkehren, und wenn nur eine Spur von den Schwämmen an einem Thürstock sitzen bleibt, so ist das ganze Holz binnen wenig Tagen wieder eben so, wie vorher überschleyert. Desto aufmerksamer sollte jeder Grubenvorsteher auf frische Zimmerung seyn, und die erste Spur, mit der sich an einem Thürstock Schwämme ansetzen wollen, unverzüglich und nicht bloß (wie es gewöhnlich

geschieht) durch oberflächliches, geschwindes Abwischen vertilgen.

Verbesserung der Luftarten durch Salze.

Ich erwähne hier nicht des chemischen Liquors von Cornelius Drebbel, der durch seine Dämpfe, wie uns Boyle erzählt, jeder durchs Athmen verdorbenen Luft die verlohrnen Lebensgeister wieder ertheilt haben soll *). Von der ganzen Erfindung wissen wir weiter nichts, und sie klingt fabelhaft genug, um sie der Taube des Archytas beyzugesellen. Wir haben über diesen Gegenstand ernsthaftere Vorschläge.

Der scharfsinnige Hales glaubte in Berührung irrespirabler Gasarten mit gewissen Salzen ein Mittel zu finden, um sie zum Brennen der Lichter und für die Respiration geschickter zu machen. Schon seine Theorie, dafs die töd- tende und erstickende Wirkung irrespirabler

*) S. Gehlers physikalisches Wörterbuch, T. II. 1789, S. 360. und Macquers chemisches Wörterbuch, Th. II. S. 658, Anmerk. f.

Gasarten daher komme, dafs es denselben an Elasticität mangle, brachte ihn auf den Vorschlag, diejenigen bösen Wetter, in welchen Lichter brennen sollten, oder die man einathmen wollte, durch mehrfach überwickeltes wollenes Tuch ziehen zu lassen, wobey er denn fand, dafs sich die Flamme die vorher augenblicklich verlöschte, doch 15 Secunden erhielt. Zweymal so lange erhielt sich die Flamme, wenn die irrespirable Luft statt des dreyfach umwickelten Tuchs durch Wasser zog *).

Diese Versuche führten noch weiter. Hales setzte ein Licht unter eine gläserne Glocke von 16 Pariser Pinten. In dieser Glocke brannte ein Licht $3\frac{1}{2}$ Minuten, und verzehrte etwa 1 Pinte Luft. Nun bekleidete er das Innere der Glocke mit einem doppelten Stück Flanell, das in Weinsteinlauge gelegen hatte, wiederum getrocknet war, und über kleine Holzreifen ausgespannt wurde. Durch diese Vorrichtung verminderte sich der innere Raum des Gefäßes,

*) Hales Statik der Gewächse, 1748. Erf. 115. S. 149.
150.

mithin auch die Atmosphäre des in dasselbe gesetzten Lichts, (gegen vorher) um $\frac{1}{3}$, und dennoch brannte das in diesen verkleinerten Raum gesetzte Licht ebenfalls $3\frac{1}{2}$ Minute, und verzehrte nur ohngefähr $\frac{2}{3}$ Pinten Luft *).

Wer sollte nach diesen Versuchen nicht glauben, man müsse besonders luftsaure Gasarten mittelst alcalischer ätzender Lauge oder Kalkwasser zum Brennen der Lichter geschickt machen, und die Luftsäure schnell absorbiren können. Daher rieth schon Franklin, in Schächte oder Schleusen, worein sich Schwaden gesenkt hätte, zerriebenen lebendigen Kalk mittelst eines Siebes einzustreuen, oder wenn der Schacht trocken wäre, einige Eymers Kalkwasser hinter einander einzugiefsen **). Aber dergleichen Versuche wollten mir nie glücken. Da ich selbst überzeugt bin, daß

*) Hales, a. a. O. S. 155.

**) Auch Buchholz, (Bemerk. über verdorbene Luft in Gefängnissen, Zuchthäusern, Spitälern, u. Verbesserung verdorbener Luftarten, Erfurt, 1793.) rath das Ausstellen vom gebrannten Kalk, und das Einblasen von Wasserdämpfen in die Krankenzimmer, um die Luft zu reinigen.

Lichter nicht aus Mangel an Oxygen, sondern deshalb ausgehen, weil die Luftsäure eine ste- te Hülle um den Docht bildet, welche die Zersetzung der entfernten Luft hindert, so suchte ich oft diese Luftsäure durch ätzende Alcalien wegzunehmen. Ich liefs das Licht sogar auf dergleichen Lauge schwimmen; aber es half mir nie.

Guyton Morveau schlug vor, die irrespi- rablen Wetter durch salzsaure Dämpfe zu reini- gen. Er läfst deshalb in ein Abteufen, wo der Schwaden steht, ein hölzernes Gerüste herab, auf welches ein kleiner Ofen, mit einem Aschen- oder Sandbade gesetzt ist *). Ein glä- sernes oder verglafstes irdenes Geschirr mit Küchensalz und Vitriolsäure in dem Verhält- nisse, daß ohngefähr 5 Unzen Schwefelsäure auf ein Pfund Kochsalz gegossen werden, wird dann in das Sandbad gestellt, und auf diese Art die Entbindung der kochsalzsauern Dämpfe durch die Vitriolsäure bewirkt. Ich hatte nie Gelegenheit diesen Versuch zu wie- derholen, kann also über die Anwendbarkeit dieses Mittels nicht entscheiden.

*) *Journal des Mines*, 1797. No. 14. S. 3.

Anwendung der Lebensluft in den Gruben.

Bey der Unzulänglichkeit und Kostbarkeit aller bisherigen Vorrichtungen, die man nur mit einigem Erfolg wider eintretenden Wettermangel brauchen will, konnte man selbst ein kostbares chemisches Mittel, im Fall es nur hinlänglich helfen würde, leicht praktisch heilsam finden. Man sinkt oft bloß, um Wettermangel zuvor zu kommen, Lichtlöcher für 2, 3, 4, 5000 Rthlr. ab, oder trifft andere Vorrichtungen, die wenigstens in die Hunderte kosten. Zu allen diesen Ausgaben nöthigt das Bedürfnis von ein Paar Kubikfuß Lebensluft, die ein Mensch vor Orte mit einem Lichte braucht, um sie in kohlenaures Gas zu verwandeln. Unter diesen Verhältnissen war es sehr natürlich auf Mittel zu denken, wie man dem Häuer zu dem nöthigen Bedürfnisse an Lebensluft verhelfen könne, auch ohne daß er es erst aus der atmosphärischen Luft abzuschcheiden genöthigt wäre. So viel ich weiß ist Herr Lempe der Einzige, der schon vor einigen Jahren deshalb einen entfernten Vorschlag

that *). Ich selbst habe hierüber vor 3 Jahren einen Versuch gemacht. Ich liefs auf dem Schmidten Stollen der Fürstenzeche zu Goldcronach, in 4 Lr. vom Rautencränzer Flügel, ein altes Ort, 2 Lr. vom Ortstofs zurück verblenden. Die Blende war mit Lehm genau lutirt, und hinter derselben mußte altes Grubenholz 2 Monate lang faulen. Man kann denken, was sich da für Wetter bildeten! Als ich mit Herrn Killinger die Blende sammt der Lutirung abriß, verlöschten sogleich unsre Grubenlichter. Das Thermometer stand kurz vorher auf 11° R. Ich kroch nun mit Herrn Killinger auf das faule Holz. Wir liefsen die Blende hinter uns schliessen. Die Beängstigung und Ermüdung die wir fühlten, war sehr groß; bey jedem Athemzuge spürten wir einen sonderbaren Reiz in der Lunge, ein unnatürliches Stechen und Prickeln. Um uns die Respiration zu fristen öffneten wir Bouteillen von Lebensluft und hielten sie in der Nähe des Mundes. Wir glaubten schon 5 Bouteillen aus-

*) Lempe Beysp. wetternöthigen Oertern frische Wetter zu verschaffen, a. a. O. B. VI. S. 124.

ausgegossen zu haben, die Blende war 2 bis 3 Zoll offen, und doch brannten die Lichter noch nicht. Merkwürdig war es, daß die Lebensluft nur mit großer Mühe aus den Bouteillen entweichen wollte. Nicht die größere spezifische Schwere der Lebensluft war daran Schuld*), sondern die bösen, schweren, unmischbaren Wetter hielten sie so zurück, daß nur wenig Kubikzoll entwichen; und welche Wohlthat waren uns nicht schon diese! Stellte sich die Beängstigung wieder ein, so pochten wir an die Blende, ließen uns frische Bouteillen mit Lebensluft in den Verschlagn reichen, und stellten diese ungepfropft hin, jedesmal aber schlossen wir die Blende wieder genau hinter uns zu. Als 6 bis 7 Bouteillen lange ausgeschüttelt worden waren, wurde die Respiration leichter, und die Lichter fingen an zu brennen. Alle Bouteillen leerten sich aber so wenig, daß wir nach 35 Minuten zwar ohne große Mühe Licht vor Ort erhielten, aber in den Bouteillen, als sie schon wieder am Füllorte

*) Das Gewicht der Lebensluft gegen atmosphär. Luft ist nach Kirwan wie 1103. 1000.

standen, sich noch immer mit Glanz entzündete.

Sollte also irgend eine Anwendung von der Lebensluft vor Oertern zu machen seyn, so würde es darauf ankommen

1) das Ort genau zu verblenden, um sich die reine Luft zu erhalten, nicht wie die meisten alten Wettermaschinen thun, sie vor dem Häuer vorbey zu jagen;

2) müfste man durch Versuche bestimmen, wie viel Bouteillen ein Häuer in einem dergleichen Verschlage, in einer Schicht consumiren würde; und

3) würde man die, sich in den unmischbaren Wettern so schwer ausleerenden Bouteillen mit Lebensluft, dadurch ausschütten müssen, dafs man sie nach und nach voll Wasser tröpfeln liefse.

Bey alledem aber zeigten sich doch unzählige Schwierigkeiten. Es ist fast unmöglich, die Verblendung hinter dem Orte so genau zu verschliessen, dafs nicht Lebensluft entweichen sollte. Vor Oertern, wo, wie gewöhnlich geschossen wird, wäre sie nie vor dem Zerschliessen zu sichern. Da das Ort immer fortrückt, müfste wenigstens von 14

Tagen zu 14 Tagen die Blende dem Orte nachgeschlagen, und immer wieder genau lutirt werden; dies alles macht Weitläufigkeit und Aufenthalt. Hierzu kömmt, daß der Genuß der Lebensluft dem in dem Verschlag arbeitenden Bergmann für die Folge höchst schädlich werden würde; der Reiz des Sauerstoffs auf die Lunge und die Muskeln ist zu groß, als daß er nicht Zerstörung der Gesundheit bewirken müßte. Für eine Stunde lang ist es in der Ruhe schon sehr schädlich, reine Lebensluft einzuathmen, bey weitem schädlicher ist es noch in heftiger Bewegung und Arbeit. Wenn zuviel Sauerstoff an das arterielle Blut tritt, so entsteht daraus ein Zustand der Entzündlichkeit und erhöhten Irritabilität, dessen unvermeidliche Folgen inflammatorische Krankheiten und Schwindsucht seyn müssen, wie uns Beddoes lehrreiche Schriften so überzeugend lehren, und wie dies mannigfaltige Versuche, welche man in meinem physiologischen Werke über den Muskelreiz findet, noch in helleres Licht setzen. Auch sind Priestley's gegentheilige Behauptungen längst widerlegt. Ueberdies muß man mit Lebensluft in den Gruben doch auch mit einiger Behutsamkeit

umgehen, da man weiß, wie sehr das Hydrogen daselbst verbreitet ist, wie leicht also schlagende Wetter entstehn können. Und dann die Kostbarkeit der Lebensluft! — Die einzige Art, wie deren Anwendung praktisch nützlich seyn könnte, wäre nur diese, wenn man in jeder Schicht mit wenigen Bouteillen ausreichte, um dadurch ein künstliches respirables Gemisch hervorzubringen, dessen Bestandtheile unserer atmosphärischen Luft gleich kämen.

Aus 1 Unze Salpeter erhält man (nach den Hrn. Hermbstädt, Klaproth und meinen eigenen Erfahrungen — da wir oft selbst zusammen arbeiteten —) 8 bis 12 Bout. Lebensluft à 40 Kubikzoll. Nun kostet hier in Bayreuth 1 Unze Salpeter 8 Kreuzer rheinl.; mithin würde ein Kubikfuß Lebensluft 43 Xr. (oder eine Bout. 1 Xr.) kosten, wenn man nur 8 Bout, aus 1 Unze erhält; oder wenn man 12 Bout. erhielte, käme 1 Bout. Lebensluft... 3 pf. oder 1 Kubikfuß 32 Xr. rheinl., mithin im Durchschnitte — 1 Kubikfuß = 37 Xr. rheinl.

Wäre Fontana's Angabe richtig *), der

*) Ingenhoufs physikal. und chemische Schriften, Th. I. S. 332. — Vergl. dessen Abhandl. über die leichteste

aus 1 Unze Salpeter 800 Kubikzoll Lebensluft erhalten haben will, so würde 1 Bout. nur 0,4 Xr. kosten, mithin 7 Kubikfufs nur = 17,2 Xr.

Aus Braunstein erhielt Hr. Lempe von 3 Loth dichten und 3 Loth strahl. Illmenauer Braunstein 700 Kubikzoll (= $17\frac{1}{2}$ Bout.) mithin aus einem Pfunde 1,0802 Kubikfufs Lebensluft *). Da nun 1 Cr. Braunstein in Illmenau 1 Thl. kostet **), so läme 1 Pfd. auf 2,628 $\mathfrak{R}$, also 1 Bout. à 40 Kubikzoll auf 0,06 $\mathfrak{R}$, oder 1 Kubikfufs auf 2,43 $\mathfrak{R}$.

Ich erhielt aus 1 Pfd. Braunstein nur 27 bis 30 Bouteillen. Nun kostet das Pfd. hier in Bayreuth 10 Xr., mithin kostete (auf 1 Pfd. Braunstein 27 Bouteillen Lebensluft gerechnet) 1 Bout. — $1\frac{1}{2}$ $\mathfrak{R}$, oder 1 Kubikfufs 16 Xr. — oder (auf 1 Pfd. Braunstein 30 Bout. Lebensluft gerechnet,) 1 Bouteille nur — $1\frac{1}{3}$ $\mathfrak{R}$, mithin 1 Kubikfufs nur 14 Xr., oder im Durchschnitt 1 Kubikfufs Lebensluft 15 Kreuzer,

Art, die Lebensluft aus dem Salpeter zu erhalten, B. 2.
S. 26. u. f. S. 60. u. f.

*) S. Lempe, a. a. O. Th. V. S. 124.

**) Taschenbuch für Scheidekünstler, 1787, S. 60.

also beträchtlich weniger, wie die Lebensluft aus Salpeter.

In Berlin kostet ein Kubikfufs Lebensluft aus Braunstein, Feuer und Retorten mitgerechnet, ohngefähr 7 gr.

Bedenkt man nun, dafs wir nach D. Jurine sowohl, als nach Menzies Versuchen *), bey jedem ordentlichen Athemzuge 40 Kubikzoll Luft **); also in einer Stunde 48000 Kubikzoll, oder fast 28 Kubikfufs Luft brauchen. Wenn nur 20 mal in einer Minute Athem geschöpft wird ***), so würde man doch 2, wenigstens 1,65 Kubikfufs Lebensluft in einer Stunde brauchen, mithin (1 Kubikfufs = 7 gr. angenommen,) würde jede Stunde für einen Menschen $11\frac{1}{2}$ bis 14 gr. kosten, wobey noch vorausgesetzt wird, dafs nichts von der erhaltenen Lebensluft entweichen könnte, und dafs man eine gewisse Quantität Lebensluft 14,

*) Grens Journal der Physik, B. VI. S. 119.

**) Der verstorbene Gehler nimmt nur 30 Kubikzoll für eine Inspiration an, dies ist aber zu wenig. S. physikal. Wörterbuch, Th. I. S. 154.

***) Hales Statik der Gewächse, S. 139.

18 bis 20mal, im Durchschnitte, also 17mal aus- und einathmen könne, ehe sie irrespirabel würde, weil, nach Ingenhoufs Versuchen, Lebensluft, die 14mal durch die Lunge passirt ist, die gemeine atmosphärische Luft an Güte immer noch in dem Verhältniß, wie 116:94 übertrifft *). Da es mit diesen Respirations-Versuchen aber ohnmöglich seine Richtigkeit haben kann, indem mich vielmehr eigene Versuche gelehrt haben, dafs man eine gewisse Quantität Lebensluft kaum 4mal aus- und einathmen kann, sondern in einer Stunde 8,3 Kubikfufs davon nöthig hat, so folgt dafs jede Stunde Lebensluft athmen auf 2 rthlr. 16 gr. kommen würde, (den Kubikfufs zu 7 gr. angenommen). Selbst wenn die atmosphärische Luft künstlich bereitet werden sollte, welche ein Mensch in 24 Stunden einathmet, und die doch nur $\frac{27}{100}$ Lebensluft enthält, so betrügen die Kosten davon in 24 Stunden 23 rthlr. 21 gr. oder à Stunde 21 gr. 10 *S.*

Man sieht aber aus alle diesem doch so viel, dafs sich von der Lebensluft, die man in Bou-

*) Ingenhoufs physikalische and chemische Abhandlungen, B. 2, S. 7. u. 76.

theilen hinter einem Verschlage, in dem ein Häuer eingeschlossen ist, ausleert, wenigstens noch eher eine Anwendung denken läßt, als von dem Vorschlage eines in preussischen Diensten angestellten Capitaine von Homboldt, dessen mit eben so rühmlichem Eifer als geringem Erfolge, angestellten Versuche über Verbesserung der irrespirablen Gasarten in den Gallerien für den Minendienst, mir nur erst seit kurzem bekannt worden sind. Dieser Officier blies, so viel ich weiß, 1793 Sauerstoffgas durch einen unterirdischen Ofen in die Gallerien. Der Erfolg war voraus gesehen. Die Mineurs konnten die Hitze der Oefen nicht aushalten, zwey bekamen ein 11 wöchentliches Fieber, und die Luft blieb wie sie war. Man vergaß aber, daß ein Mensch in 1 Stunde wenigstens 8,3 Kubikfuß (nach Ingenhoufs freylich nur 1,65 bis 2 Kubikfuß) oder für 2 Rthlr. 16 gr. Sauerstoffgas bedürfe; daß Lichter in einem Sauerstoffgas, dem $\frac{1}{8}$ Kohlensäure beygemengt ist, schon verlöschen, und daß die eingeblasene Luft eben so wieder entweicht, wie sie kommt.

Lichterhaltende Lampen für böse

Wetter. Wetterlampen.

Conservateur de lumière.

So sehr ich mich schon seit mehrern Jahren mit Versuchen über Zerlegung der Grubenwetter und über die wunderbaren Erscheinungen der unterirdischen Meteorologie beschäftige; so interessant mir es auch an sich schien die untersten Schichten der Atmosphäre, wo sie sich tief in die Spalten und Zugänge der festen Erdrinde einsenkt, mit der obern Wolkenregion zu vergleichen; so konnte ich mich doch nicht mit einer Untersuchung begnügen, welche zwar unsere physikalischen Kenntnisse erweitert, aber nicht unmittelbar zum Nutzen des Bergbaues hinführt. Wenn es ein Genuß ist, durch neue Entdeckungen das Gebiet unsers Wissens zu erweitern, so ist es eine weit menschlichere und größere Freude etwas zu erfinden, das mit der Erhaltung einer arbeitsamen Menschenklasse, mit der Vervollkommung eines wichtigen Gewerbes in Verbindung steht. Eine solche Erfindung gewährt noch den Nebenvortheil, daß sie den Einfluß der Wissenschaften auf die technischen Künste dar-

legt, und jenen mehr Eingang bey den Praktikern zusichert. Mein eifrigster Wunsch war daher nicht, die Mischung der matten oder bösen Grubenwetter zu kennen, sondern, mit der Noth und dem Unglück, das böse Wetter verbreiten, in mehrern Gebirgen bekannt geworden, — selbst in einem Gebirge arbeitend, wo viele Bergleute wegen gestörter Respiration an immerwährenden Knochenkrankheiten leiden, — war es mein eifrigstes Bestreben Mittel zu erfinden, durch welche der Nachtheil der erstern für das Leben der Menschen und den Betrieb der Grubenbaue gemindert würde.

Ich ging hierbey Anfangs auch von der (im vorigen Abschnitte weiter aus einander gesetzten) Idee aus, die Räume in denen die Grubenarbeit verrichtet werden soll, mit Lebensluft oder einer künstlich bereiteten atmosphärischen Luft zu füllen. Je mehr mich aber eigene Versuche und Bekanntschaft mit den Erfahrungen Anderer lehrten, dafs man nur durch äufserst kostbare und immer unzulängliche Vorrichtungen dazu kommen könne, die ganze Masse der bösen oder matten Wetter, in welchen der Bergmann leben und arbeiten soll, in respirable Luft umzuschaffen, je mehr über-

zeugte ich mich von der Nothwendigkeit, daß man die Vorrichtungen für Brennen der Lichter von denen für die Respiration der Arbeiter abzusondern suchen, und, statt die Wetter für Respiration und Lichterhaltung zugleich zu verbessern, für die eine Art, eine von ihnen unabhängige nie verlöschende Lampe — für eine andere Art derselben, eine von ihnen ebenfalls unabhängige Respirationsmaschine zu erfinden suchen müsse. Die Natur der matten und bösen Grubenwetter führte mich selbst darauf. Bey weitem die gewöhnlichsten, die matten Wetter, sind nur lichttödtend, der Respiration aber wenig schädlich; dagegen andere erstickend und lichttödtend zugleich sind.

Es schien mir zuvörderst wichtig, für jene gewöhnlichern Wetter, in denen kein Licht mehr brennen will, die für die Respiration aber noch nicht ganz untauglich sind, ein Licht zu erfinden, das in denselben und von ihrer Verderbtheit unabhängig, fortbrennen möchte. Das Mittel dazu ist in der That sehr einfach, und ob ich gleich erst nach einer unzähligen Menge, Jahre lang mit großer Aufopferung und Anstrengung, fortgesetzter Versuche, auf meinen gegenwärtigen Lichterhal-

ter, (so wie auf eine von demselben wieder ganz abgesonderte Respirationsmaschine) gekommen bin, so bin ich doch überzeugt, daß jeder nicht ganz ungebildete Mensch, welcher ernsthaft über Wettermangel nachdachte, auf ganz ähnliche Instrumente hätte fallen müssen.

Eine Stelle in des Probst Zöllner Lesebuch für alle Stände ist das Einzige, was noch vor meinen Arbeiten eines Vorschlags gedenkt, Licht durch zuströmende Lebensluft brennend zu erhalten. Ein Schlauch mit diesem Gas gefüllt, soll durch eine Röhre mit der Laterne communiciren, in welcher das Licht sich befindet *). Versuche haben indessen gelehrt, daß auf diesem Wege Lichter nicht brennend erhalten werden können, weil die Wärme die einströmende Luft unzersetzt verjagt und die Kohlensäure dagegen eine stehende Hülle um die Flamme bildet.

Die erste Erwähnung meiner Instrumente geschah 1795 in einem Briefe an den Herrn

*) Zöllners Lesebuch für alle Stände 1783. B. IV. S. 253.

Pr. Lampadius *). Nachmals wartete ich ein volles Jahr, ehe ich nach vielfältigen, oft gefahrvollen und kostspieligen Versuchen den Apparat praktischen Bergleuten vorlegen und ihn mit mehr Ausführlichkeit öffentlich bekannt machen zu dürfen glaubte. Dies letztere erfolgte mit einiger Umständlichkeit in einem Briefe an den Herrn Berghauptmann von Trebra **). Kürzere Nachrichten wurden nachher von mir in das Intellig. Blatt der allg. Litt. Zeitung a), ohne meine Veranlassung aber, mit verschiedenem Grade der Wahrheit, in mehrere andere Zeitschriften eingerückt b),

Nachdem diese Nachrichten bereits öffentlich bekannt zu werden anfangen, verfertigte im Januar 1796 der vortrefliche Mechanikus

*) Crells chem. Annalen, B. 2. S. 99.

**) Crells chem. Annalen, 1796. B. 2. St. 8. S. 99. — 110. und St. 9. S. 195. — 210.

a) Intelligenzblatt der Allgem. Litterat. Zeitung, 1797. No. 29. S. 246—48.

b) Z. E. in dem Reichsanzeiger 1797. No. 53. S. 614. 615. — in der deutschen Nationalzeitung 1797. No. 12. (d. d. Freyberg, vom 23. Mart.) S. 269.

Klinger zu Breslau eine Lampe, in der das Wasser wie in meiner, im Jahr 1795 schon beschrieben, die Luft von außen in die Flamme jagt. Er erbot sich sogar gegen den Minister Grafen von Herzberg im 1795sten Jahre für 1000 Rthlr. Capital und 300 Rthlr. Pension einen Apparat zu liefern, der mit 1 Kubikfuß Lebensluft ein Licht 5 bis 6 Stunden brennend erhalten sollte; eine solche für die Mineurs gefertigte Lampe brannte aber nur 38 bis 40 Minuten bey 430 Kubikzoll ($= 9$ Bou- teillen) oder fast $\frac{2}{9}$ Kubikfuß Lebensluft. Sie bestand aus 2 cylindrischen Aufsätzen, jeder von 1 Fuß Höhe und 6 Zoll Weite, die mittelst eines 2 Zoll hohen Stiefels zusammen verbunden waren. Dieser Stiefel war hohl, und konnte mittelst eines Hahns geöffnet und verschlossen werden. Aus ihm ging dann, gerade wie bey meinem Lichterhalter, die Luft, die von dem (aus dem obern mit Wasser gefüllten Aufsätze) durch den Stiefel eintröpfelnden Wasser ausgetrieben wurde, mittelst einer 4 Zoll langen Seitenröhre in den Docht einer seitwärts angebrachten Argandschen Lampe, deren gläserner Cylinder 1 Fuß hoch, und oben bey 2 Zoll Weite offen war.

Jetzt da mir meine äußere Lage auf einige Zeit hinaus, alle Gelegenheit abschneidet, noch etwas zur Vervollkommnung meines Apparats zu thun, zögere ich nicht mehr mit dessen völliger Bekanntmachung, indem ich es selbst für unmoralisch halte, aus Dingen, welche auf das Beste des Bergbaues Bezug haben, ein Geheimniß zu machen. Auch bin ich überzeugt, daß Unvollkommenheiten, die den Gebrauch jener Instrumente in der einen oder andern Hand, vielleicht noch erschweren, bey der Aufmerksamkeit, welche mehrere praktische Bergleute schon jetzt auf sie wenden, bald hinlänglich abgeholfen werden wird. — Wenigstens sollte ich hoffen, daß ein Objekt, welches die Ersparung der kostbarsten Vorrichtung, und, was wichtiger für den Menschen ist, die Gesundheit unsers arbeitsamen Bergvolks betrifft, wohl ernsthafte Nachforschung verdiente. Ich wiederhole, was ich schon vor zwey Jahren, als ich die ersten Ideen über diesen Gegenstand rege machte, versichert habe, daß ich mich hierbey nicht um eine Classe von Menschen bekümmern werde, die ihrem praktischen Ansehen zu schaden glauben, wenn sie in der Grube von

Sauerstoff oder Luftzersetzung beym Brennen ihrer Lichter reden, oder wenn sie dieses nur von Andern ohne Lächeln anhören.

Was mich zu den ersten Versuchen für die Lampe brachte, die ich nun bald näher beschreiben werde, war ein Bedürfnis bey meinen unterirdischen Thermometer-Beobachtungen, und eine Erfahrung, die ich bey dem oben erzählten Versuche vor dem Fürstentzecher Orte zu Goldcronach machte. Es ist lehrreich, die Temperatur sehr verdorbener Wetter, (in denen das Gefühl von Hitze oft blos subjektive Ursache hat,) zu untersuchen. Da kein Grubenlicht frey darin brennt, so ist die Schwierigkeit nach dem Thermometer zu sehn, dabey sehr groß. Versuche lehrten mich bald eine sehr einfache Methode, nach der ich mich jetzt, nicht ohne Erfolg, tief in jede nicht schlagenden Wetter, mit dem Thermometer hineinwagen kann. Man halte das Grubenlicht in der einen Hand, und eine Bout. Lebentluft umgekehrt, mit dem Halse 1 Zoll über dem Lichte, in der andern Hand; so wirft das Licht, ohne zu wärmen, einen weiten Schein, in dem genau das Thermometer zu beobachten ist. Eine solche Bouteille kann ohne alle Vorrichtung
auf

auf diese Weise über eine halbe Stunde abwechselnd gebraucht werden. Die Lebensluft ergießt sich (wie ich schon bey dem Fürstenzechner Versuche erfuhr) sehr langsam, und man kann die Bouteille ohne große Beschwerde leicht hin und her tragen. Auffallend ist das Anhängen der Lebensluft an die Kohle des Lichts. Wenn ich mein verlöschendes Grubenlicht in der Bouteille angesteckt hatte, brannte es nun 3 bis 4 Minuten fern von derselben fort. Um recht genau zu beobachten, mißt man über Tage bey empfindlichen Thermometern, wie viel Zoll man sich der Scale nähern könne, ohne das Quecksilber um $\frac{1}{2}$ Linie steigen zu lassen! darnach dürfen dann nur Correktionstafeln berechnet werden.

Diese Art, bey irrespirablen Gasarten das Thermometer in der Grube zu beobachten, brachte mich auf die Idee, in Wettern, wo Grubenlichter nicht mehr brennen, aber Menschen noch athmen können, eine gewöhnliche Bouteille (nur mit einem etwas weitem Halse) mit Lebensluft zu füllen, und ihr statt eines gewöhnlichen Korkstöpsels einen Pfropf aufzusetzen, in welchem ein kleiner Trichter, und neben diesem ein dünnes gekrümmtes Rohr

eingepafst wäre. Durch den Trichter könnte man Wasser eintröpfeln, dadurch müßte Lebensluft entweichen, die dann durch das gekrümmte Rohr, nach der Lampe zu, deren Licht man unterhalten wollte, ausströmen würde *).

Ich band ferner mittelst eines gläsernen Rohrs, unmittelbar an den Docht eine Blase, halb mit atmosphärischer halb mit dephlogistischer Luft angefüllt; theils die Wärme der Flamme selbst zog die Luft in die Höhe; theils half ihr der Druck mit der Hand an die Blase nach. Um die Luft nicht zu geschwind durch den Docht, den ich wie bey einer Argandschen Lampe in einen Glascylinder steckte, durchgehen zu lassen, schloß ich nachher die Blase in ein zur Seite angebrachtes Gefäß ein, in welchem ich verschiedene Vorrichtungen zu einem zweckmäßigen und gleichförmigen Austreiben der Luft traf, mit deren Aufzählung ich den Leser nicht ermüden will.

So kam ich auf tragbare Luftflaschen und Luftfäßer, in denen bald Wasser, bald der Druck der äußern Luft, bald der Druck eines

*) Crells chemische Annalen, 1795. St. 8. S. III.

zur Seite angebrachten Gewichts die Licht erhaltende Flüssigkeit austrieb, und näherte mich bey alle dem, schon einem Instrumente, das ich weiter unten, unter dem Namen der Blasenlampe, beschreiben werde. Ich fiel sogar auf den Gedanken, Lebensluft aus einem unbiegsamen blechernen Behälter, mit Abschaffung der Blase, bloß durch die Flamme des Lichts austreiben zu lassen. In dieser Absicht führte ich ein gekrümmtes Rohr, welches aus dem Lebensluftbehälter wegging, mit seiner Oefnung bis an die Flamme, und dachte so ohne weitem Druck, ohne einfallendes Wasser oder dergleichen bloß durch Verdünnung der die Flamme umgebenen Luft den Lebensluftstrom zu unterhalten. Alle diese Einrichtungen waren aber zum Theil gang unzulänglich, zum Theil auch zwar sehr gut für ein physikalisches Experiment, nicht aber zur Anwendung für den Bergbau. Wie schnell würde nicht die Lebensluft entweichen, wie oft müßte man nicht die Gefäße wechseln, wie kostbar würde nicht die Unterhaltung des Lichtes werden!

Wenn Lichter überhaupt meist darum verlöschen, weil die Luft welche sie umgiebt, zu

arm an Sauerstoff ist, so folgt daraus von selbst, daß das Mittel, das Brennen der Lichter zu unterhalten, nur in der Ersetzung dieses Mangels an Sauerstoff liege. Wie diese künstliche Ersetzung auf die einfachste, wohlfeilste Weise geschehen, wie sie durch eine Vorrichtung bewirkt werden könne, die man auch dem gemeinen Bergmanne in die Hände geben, von der man auch in engen krüpplichen Grubenbauen Gebrauch machen könne? Dies ist die praktische Aufgabe, deren zweckmäßige Lösung unendlich schwerer ist, als die Zusammensetzung eines physikalischen Instruments, wie ich es bey meinen Thermometerversuchen gebrauchte. Ich glaubte ihr, nach vielen vergeblichen Versuchen, dadurch nahe gekommen zu seyn, daß ich eine Lampe vorrichtete, welche außer den gewöhnlichen Brennmaterialien (sey es Oel, geschmolzner Talg, oder Wachs) auch noch das, was allen andern Lampen fehlt, das Sauerstoffgas enthält, welches von dem Brennmaterial zersetzt wird. Sie ist daher ganz unabhängig von jeder sie umgebenden Luftschicht, in welche sie gebracht wird, weil sie sich selbst nährt, bloß durch sich selbst den Lichtstoff frey macht.

Bey ihrer Verfertigung waren 3 Schwierigkeiten zu heben;

1) mußte sie, um ein geringes Volumen einzunehmen, so wenig Luft als möglich consumiren;

2) mußte der Zufluß der Luft gleichförmig, und nach Willkühr augenblicklich zu verstärken oder zu hemmen seyn; und

3) mußte der Luftvorrath mit der Lampe in solcher Verbindung stehen, daß die Kohlensäure und inflammable Luft, welche sich um die Flamme bildet, denselben nicht verunreinigt. —

Ich glaube daß mein Lichterhalter, wie er jetzt aussieht, diesen Forderungen Gnüge leistet. Er besteht wesentlich in einem (z. E. Tab. II. Fig. 10, 11, 12, 15.) cylindrischen blechernen Gefäße, (*abgh*) welches durch einen oder mehrere Boden, ohngefähr in der Mitte seiner Höhe in zwey Hälften (*abcd*) und (*efgh*) geschieden ist; die obere Abtheilung, die ich den Wasserbehälter nenne, (*abcd*) ist mit Wasser gefüllt; die untere (*efgh*) enthält die Luft, welche die Flamme nähren soll. Beyde Cylinder hängen mittelst einer Oefnung in dem sie trennenden Boden (*o*) zusammen,

welche durch einen Hahn verschlossen, oder mehr oder weniger geöffnet wird. — Von der obern Fläche der untern Abtheilung, (die ich den Luftbehälter nenne,) steigt ein Rohr (*m*) in die Höhe, welches unmittelbar in die auf den Cylinder aufgesetzte Lampe (*n*) führt.

Diese Lampe habe ich grofsentheils nach dem Argandschen Princip eingerichtet, weil ich bey meinen ersten Versuchen, die Luft von der Seite in die Flamme spielen zu lassen, fand, dafs hierbey noch viel Lebensluft unzer- setzt, durch Wärmestoff ausgedehnt, entweicht; und weil bey allem brennenden Geleuchte der Luftverlust um so geringer ist, je inniger die obere Berührung der Luft mit dem brennenden Körper ist. — In der Mitte meiner Lampe erhebt sich daher ein etwa 2 Linien dicker, hohler, messingener Stift, (wie das Pistill einer Blume) dessen obere Mündung — denn auf diese kommt alles an — kaum $\frac{1}{8}$ Linie im Durchmesser hat. Dieses Lufröhrchen communicirt entweder unmittelbar (wie in Fig 11.) oder durch ein Zuleitungsrohr (*m*) mit dem Luftbehälter (oder dem Luftvorrathgefäfse *efgh*) von welchem es zur Reinigung an- oder abgeschroben werden kann. Auf das Lufröhr-

chen der Lampe (Fig. 4. x.) wird ein hohler gestrickter Docht gezogen, und um dasselbe Oel gegossen, oder Talg eingeschmolzen, dem der blecherne Lampenring (*abcd* Fig. 1, 4, 5, 6.) zum Gefäße dient.

Was erfolgt nun, wenn der Docht angezündet ist, und man den Hahn öffnet, durch welchen beyde Abtheilungen des Cylinders mit einander in Verbindung stehen? — Ein dünner Wasserstrom läuft aus der obern Abtheilung in die untere. Die dadurch in letztern comprimte Luft will entweichen, und findet keinen andern Ausgang, als den durch das Communications- und Luftrohr in die Lampe. Sie strömt also mitten durch die Flamme durch, welche in dem nehmlichen Augenblick heller, länger und pyramidal zugespitzt wird. Das Luftrohr kann durchaus von gleicher Stärke, ohngefehr $\frac{3}{4}$ Linie weit seyn; man braucht es also nicht einmal trichterförmig mit einem etwas weitem Schlung vorzurichten, da die Luft auch ohne diesen geschwind genug eintritt.

Das Ganze ist so wenig zerbrechlich, daß es anstoßen und fallen kann, ohne seine Brauchbarkeit zu verlieren, denn ein Theil stützt den andern. Jedes Instrument sieht

überhaupt in der Beschreibung zusammengesetzter aus, als wenn man es in der Wirklichkeit vor sich hat.

Die Stärke oder die Helligkeit der Flamme wird von dreyerley Umständen modificirt

- 1) von der Weite der Oefnung, durch welche das Wasser aus der obern Abtheilung des Gefäßes in die untere einfällt — d. h. von der Dicke des Wasserstrahls, (welche lediglich von der Weite abhängt, in welcher der Hahn geöffnet wird;)
- 2) von der Güte der Luft, und
- 3) von der Weite und Anlage des Luftrohrs in der Lampe, d. h. von der Menge und Art der in die Flamme wirkenden Luft.

Da ich die Stellung des Hahns ganz in meiner Gewalt habe — da ich diese zugleich nach der Güte der Luft richten kann, — da ich ferner jede Lampe mit mehreren wechselsweise abzuschraubenden Luftröhren von verschiedener Weite versehe, so habe ich alle drey Bedingungen in meiner Gewalt.

Wenn ich in der Grube von matten Wetter in frische fahre; so verschliesse ich, sobald ich in letztere komme, den Hahn; nun brennt die Lampe für sich fort, nährt sich, da ihr

keine Luft aus dem Gefäße zuströmt, noch von der äufsern sie umgebenden Luft, und keine Luft, die in dem Luftbehälter aufgehoben ist, wird verschwendet.

Aus den vorher festgesetzten drey Bedingungen, von denen die Helligkeit der Flamme abhängt, folgt *a priori*

- 1) dafs, wenn die Gröfse des Apparats durch seinen Gebrauch oder durch seine Tragbarkeit nicht beschränkt wäre, es möglich seyn müfste, mittelst einer Luft, die nur ein Minimum von Sauerstoff enthielte, die Flamme anzublasen, wenn man nur in dem nehmlichen Verhältnisse der Luftschlechtigkeit, den Wasserstrahl und den Luftstrom in die Flamme verstärkte.
- 2) dafs, je reiner die Luft im Luftbehälter ist, desto enger das Wassereinfallsrohr, desto sparsamer der Luftstrom, und mithin desto kleiner die ganze Maschine seyn kann;
- 3) dafs, je matter die Wetter sind, desto reiner der Luftvorrath, oder desto gröfser die einfließende Wassermenge seyn muß; und so umgekehrt.

Diese drey Sätze stimmen mit meinen bisherigen Erfahrungen überein, und sind von unendlicher Wichtigkeit für die Praxis.

Es wäre ein großer Fehler meiner neuen Vorrichtung, wenn es unbedingt nothwendig wäre, den Lichterhalter mit Lebensluft oder einem Gemenge von Lebens- und atmosphärischer Luft zu füllen. Bey einem ausgebreiteten Bergbau, wo es nöthig ist, daß der Markscheider vor Ort soll, wo auf Revierstollen Lichtlöcher erspart werden sollen, wäre es allerdings eine Kleinigkeit, Lebensluft in Menge bereiten zu lassen. Es kann in jeder Probierstube oder Apotheke geschehen, und ich halte das Seifensieden für eine weit schwierigere Operation, als das Glühen von Salpeter oder Braunstein. Ueberdies läßt sich die Luft, wie ich aus eigener Erfahrung weiß, in großen hölzernen oder blechernen Gefäßen sehr bequem Monate lang aufbewahren und Meilen weit versenden. Die Kosten wären für das Bedürfnis bey wichtigen Revier-Unternehmungen auch nur geringe, da 1 Kubikfuß Sauerstoffgas aus Braunstein 15 Xr., aus Salpeter 37 Xr. kosten würde. Bedarf nun eine Lampe zu einer Stunde nur 180 Kubikzoll Lebensluft, so

würde die Unterhaltung dieser Lampe in einer 8 stündigen Schicht immer erst auf 12 Xr. kommen. Bey einem unwichtigen Bergbau aber, bey einzeln liegenden Eisenstein- und Steinkohlengruben, deren wir in Deutschland so viele haben, und welche oft den ganzen Reichtum armer Eigenlöhner ausmachen, bey solchem Bergbau, eben so als wie in Kriegszeiten für den Mineurdienst, wäre der Gebrauch der dephlogistisirten Luft, und wäre sie auch kaufbar, doch vielen Hindernissen ausgesetzt. Glücklicherweise scheint es aber nur höchst wenig Fälle zu geben, in denen die Wetter so böse wären, dafs der Lichterhalter nicht auch mit gemeiner atmosphärischer Luft gefüllt, helle Flamme geben sollte. Ich brauche daher zu seiner Unterhaltung nicht einmal, wie ich Anfangs versuchte, ein Gemenge von atmosphärischer und Lebensluft, sondern erstere nur allein. Es ist nicht einmal nöthig, die reine Tagesluft mit in die Grube zu nehmen, oder den Lichterhalter in der Grube schlechterdings nur mit der Luft des Füllorts zu füllen, sondern man kann sie selbst nahe an den matten Wetterern sammeln, wo man zunächst noch das gewöhnliche Grubengeleuchte brennen sieht.

Die Hauptsache bey dem ganzen Apparate sind die kleinen Lampen. Als ich meine Erfindung im Junius 1795 zuerst bekannt machte, hatte ich die Idee, die Luft wie bey einem Löthrohre von der Seite in die Flamme blasen zu lassen. Auf diese Art schlug ich es für den oben erwähnten einfachen Aufsatz auf eine mit Lebensluft gefüllte Flasche, und für mehrere andere Einrichtungen vor. Diese Vorrichtung hatte aber den Fehler, daß die Flamme sich nach der dem Luftstrom entgegengesetzten Seite neigte, und viel Luft unnütz verblasen ward, weil sie nicht in die gehörige Berührung mit dem brennenden Dochte kam, und daher nicht vollkommen zersetzt, sondern größtentheils unzersetzt weggeblasen ward *).

Weit luftersparender ist das Argandsche Princip, nach welchem die Luft in die möglichst-innigste Berührung mit dem Brennmate-

*) Herr Killinger schreibt mir unterm 7ten Oktober 1796 daß er während seiner Versuche in Lichtenberg, als er die Flamme vom Druck der darüber stehenden Luft gleichsam wegdrücken sah, auf eine ähnl. Idee von Anwendung des Luftstroms auf die Flamme von aussen gekommen sey.

rial tritt. Das Luistrohr kann sich dabey nicht verstopfen, denn der Drang der Luft, welche durch den fortlaufenden Wasserstrom ansehnlich comprimirt wird, überwindet jedes Hinderniss. Eben dieser Drang ist so gleichförmig, dafs sich auch die Figur der Flamme bey unveränderter Oefnung des Hahns vollkommen gleich bleibt. Eben wegen dieser Gleichförmigkeit des Luftstroms, läfst sich auch in matten Wettern die Minute vorherbestimmen, in der die Lampe verlöschen mufs.

Nach der verschiedenen Menge und Richtung, in welcher man den Luftstrom der Flamme zuführen kann, bin ich durch eine langwierige Menge von Versuchen auf folgende Progression von Lampen gekommen, welche nicht alle gleich anwendbar zum Gebrauch sind:

1) Die einfachste, aber auch in ihrer Wirkung die schwächste ist die, wo der Luftstrom durch ein einziges Luistrohr durch eine einzige Spitze, mit einer einfachen kleinen Höhlung in die Flamme tritt;

2) läfst man die Spitze zwar einfach, vergrößert aber die Oefnung, verstärkt mithin den Luftstrom, so erhält man die Lampe Fig.

4. und diese giebt schon eine pyramidale große Flamme; dennoch verlöschte diese Lampe, welche manchen bösen Wettern trotzte, bey einem Versuche, welchen der Herr Oberbergmeister Killinger in einem Gesenke auf der Friedensgrube bey Lichtenberg machte; wo die Wetter so schlecht waren, daß täglich zur höchsten Noth nur $\frac{1}{3}$ in ihnen gearbeitet werden konnte. Herr Killinger hatte durch möglichst starke Belegung und Anbrennen einiger Spähne, die Wetter noch so verschlimmert, daß alles Geleuchte schon auf den ersten Sprossen der Fahrt verlöschte. In diesem Gesenke ging die vorbeschriebene Lampe, schon in 2 Lr. Teufe mit einem $\frac{1}{2}$ Minute lang zurück bleibenden blauen Feuerstrahl aus.

3) Für so böse Wetter machte ich daher eine sehr wesentliche Abänderung des Luftrohrs dadurch, daß ich den Luftstrom nicht mehr durch eine einzige Oefnung der Spitze, (wie bey α . Fig. 4.) sondern siebähnlich durch mehrere kleine Löcher ausströmen, oder gleichsam in die Flamme zu ihrer mehrern Ausbreitung spritzen liefs. So ein Stift sieht wie der Schuh einer Giefskanne aus. Gewöhnlich gab ich ihm 5 bis 6 Löcher, in die sich der Luftstrom

verlohr. In Fig. 2. ist das Luftrohr meiner Sieblampe im Durchschnitte abgebildet. Da die Flamme hier schon stark angeblasen wird, muß man sich hüten den Hahn nicht zu weit zu öffnen. Ich habe diese Lampe sehr wirksam gefunden; auch der Herr Bergmeister Sievert, der wiederholte Versuche mit ihr auf der Anna Christiana Fdgbr. zu Arzberg vorgenommen hat, kann sie nicht genug rühmen; er erhielt eine große weit um sich strahlende Flamme, in deren Nähe man sehr bequem alle Arbeit verrichten konnte.

4) Um noch eine größere Lichtflamme bewirken zu können, versah ich ein gewöhnlich einfaches Luftrohr noch mit 4 an die Seite gesetzten Röhren.

5) Weil aber diese Art Lampen (No. 4) schon etwas zusammengesetzt, und schwer zu verfertigen ist, vereinfachte ich sie, ihrer Wirkung ohnbeschadet, dadurch, daß ich nur 3 gekrümmte messingene Zuleitungsröhren an das Luftrohr oder den Lampenstift ansetzte, (Fig. 3.) Hierdurch erhält man eine ansehnliche Flamme, die eine sonderbare Figur hat, weil sie nur zwischen die Arme des Luftrohrs heraustreten kann, mithin sich in 3 Abtheilungen

oder in pyramidaler Form mit einspringenden Winkeln zeigt.

Mit allen den bisherigen Lampen kam ich bis zum Herbst 1796 aus, wo ich doch bey einem, unten umständlicher erzählten Versuche in dem Bernecker Alaunwerke, in tödlich bösen Wettern fand, daß meine Erfindung noch nicht vollendet sey. Keine meiner Lampen wollte daselbst brennen, selbst die Sieblampe Fig. 2 nicht. Dies schreckte mich nicht ab. Ohne die zuströmende Luft verbessern, ohne die Menge des einströmenden Wassers vermehren, und dadurch das Gefäß zu sehr vergrößern zu wollen, mußte ich über die Fehler der Wirkung des Luftstroms auf die Flamme, in meinen bisherigen Lampen nachdenken. Ich fand sehr bald, a) daß wenn nach dem Argandschen Princip der Luftstrom, wie in den Lampen No. 1 — 5 mitten durch die Flamme geht, zwar die Länge, falls aber der Luftstrom rasch durchfährt, nicht die Helligkeit der Flamme zunimmt. Die Lebensluft der Atmosphäre hat nemlich wenig Zeit mit der Kohle des Doctes in Berührung zu treten, und geht meist unzersetzt davon. Vermehrt man die Schnelligkeit des Luftstroms, so wird
die

die Flamme gar verlöschen, denn um ein Licht brennend zu erhalten, muß jede Luftschicht eine Zeitlang in ruhiger Berührung mit dem Dochte seyn, ehe die Verbindung der Kohle und des Sauerstoffs, nebst Entbindung des Lichts, vor sich gehen kann. Diese successive nicht instante Wirkung ist auch andern chemischen Zersetzungsprocessen analog. Die Auflösung von geschwefeltem Laugensalze muß Tagelang im Scheelschen Eudiometer in Berührung mit dem atmosphärischen Gas stehen, ehe die Absorption des Sauerstoffs vollendet ist. Aufenthalt der unzersetzten und strömenden Luft in der Flamme ist demnach eben so nothwendig als schnelle Verjagung der zersetzten, aus Stickluft, Kohlensäure und Wasserdampf bestehenden Luft von der Flamme. b) Ein zweyter Fehler meiner Wetterlampe, den ich in den Bernecker Wettern entdeckte, war der, daß die reine Luft nur durch die Flamme und nicht um dieselbe strömte. Um diesem Uebel abzuhelpen, gerieth ich nach und nach

6) auf die durchlöcherten Ringlampen, welche alle vorherigen an Wirkung weit übertreffen. Die ersten derselben bestanden, (außer dem hohlen Stifte als Luftrohr) statt des

gewöhnlichen weiten Ringes (wie *abcd* Fig. 4.) aus einem weit engern blechernen Ringe (wie *mnop* Fig. 6.) Dieser Ring war hohl, (seine Wände standen etwa $\frac{1}{2}$ Linie von einander ab,) und zugleich im obersten Drittel der Höhe, oder in 2 bis 3 Reihen unter einander an seiner innern Fläche der Flamme gegenüber, durchlöchert, (wie der Durchschnitt Fig. 8 zeigt.) Die Luft strömte nun aus dem Luftrohre durch einen hohlen blechernen Boden in jenen hohlen Seitenring, und aus selbigen durch unzählige kleine Löcher in die Flamme. Wie also durch die Armlampen No. 4. und 5. (Fig. 3.) welche ich selbst in den Bernecker Wettern einige Zeitlang brennend erhielt, nur in 3 oder 4 Punkten eine reine Luft an die äußere Fläche der Flamme strömt, so wird diese durch die Ringlampe ganz von dem Luftstrom eingehüllt. Daher nimmt sie an Höhe und Breite zu, steigt aus dem blechernen Cylinder hervor, und strahlt mit einem überaus milden und weissen Lichte. Diese Lampen brauchten verhältnißmäßig nur wenig Luft, und trotzten selbst den bösesten Wettern. Ich habe oft bey Versuchen im Zimmer ein umgekehrtes Glas über sie gehalten, so daß der Boden nur um 2 Li-

nien über dem Dochte stand; sobald sie im Begriff waren auszugehen, den Wasserhahn geöffnet, und dann die blaue, nur $\frac{1}{4}$ Linie hohe, schon fast unsichtbare Flamme auf einmal mit weißem Lichte strahlend wieder hoch aufzudorn, und sich so unverändert erhalten sehen. Dieser Versuch — bey dem die Kohlensäure fast gar nicht entweichen kann — glückt in diesem Maaße mit keiner der vorher beschriebenen Spitzen, selbst nicht mit den Armlampen No. 4. und 5. Diese Lampen haben aber, aufser der Schwierigkeit sie zu verfertigen, den doppelten Nachtheil, daß a) der Ring, weil er so enge (kaum 1 Zoll weit) ist, sich an der Flamme sehr bald erhitzt, und nun das den Stift umfließende Oel zum Sieden bringt, und dann, daß b) beym Eingießen des Oels die kleinen Oefnungen des Ringes sich leicht verstopfen.

7) Diesen Nachtheilen helfe ich durch die Lampe Fig. 6. ab. Diese hat aufser dem durchlöcherten Ringe *m n o p* (welcher bey der vorigen ganz allein da war) noch den gewöhnlichen einfachen äußern Ring (*a b c d*). In diesen gießt man das Oel, welches nun kaum bis an *n o* herantritt, mithin weder zum Sieden

gebracht wird, noch die Löcher des Rings verunreiniget. Hier erhält der kleine durchlöcher- te Ring noch überdies seinen Luftstrom nicht (wie bey No. 6.) durch das gewöhnliche Luftrohr und seinen Boden *no*, sondern durch eigne Zuleitungsröhren, (Fig. 6. und 8. *nr*, *or*), welche mit dem Stifte (*xy*) zugleich, aus dem kleinen Luftbehälter, (*rrx* Fig. 6.) auf den sie aufgesetzt sind, genährt werden. Diese Lampen haben außer Vermeidung jener Unbequemlichkeiten, die von dem Gebrauch der einfachen Ringlampen (No. 6.) abrathen, noch den Vortheil, daß *a*) mehr Oel eingegossen werden, und *b*) der Ring (wie Fig. 8. im Durchschnitt zeigt) ganz bis an *no* durchlöchert werden kann, weil man nicht fürchten darf, daß das Oel (über welches derselbe um *nr* Fig. 6. erhöht ist,) bis in die Löcher treten, und sie verstopfen werde.

8) Noch erwähne ich einer Abänderung der Ringlampen, auf die ich erst zu Ende des vorigen Jahres fiel, und die Fig. 7. abgebildet ist. Ich glaube in ihr alles vereinigt zu sehen, was man nur von einer nie verlöschenden Lampe zu erwarten berechtigt ist. Sie besteht in einem einzigen durchlöcherten und freyste-

henden, etwas weiten Ringe, in welchen die Luft durch die Arme *a* und *b* eintritt, und dann in die ihr gerade gegenüber stehende Flamme ausströmt. Die Kohlensäure entweicht hier nach der Zersetzung der Luft ungleich leichter, als bey allen übrigen Lampen, mithin brennt sie auch da, wo alle übrigen Lampen, die Fig. 6. allein ausgenommen, verlöschten, und auch diese übertrifft sie weit an Helligkeit der Flamme.

9) Bey allen den bisher beschriebenen Lampen ist es noch ein kleiner Nachtheil, daß wenn man sie in guten Wettern anzündet, und (ohne Luftstrom aus dem Gefäß) bloß in der äußern Luft eine Zeitlang brennen läßt, sich dann Oeldampf durch den Lampenstift (*xy* Fig. 4, 6, 8. oder *xm* Fig. 12.) hereinsenkt, herab in den Luftbehälter (*efgh* Fig. 12.) fällt, und den zur Nahrung der Flamme in den bösen Wettern bestimmten Luftvorrath verunreinigt. Diesem Uebel ist durch die Nufslampe Fig. 5. abgeholfen. Hier ist die Lampe mit einem gekrümmten Rohre (*ef*) auf das Luftgefäß aufgeschraubt, mithin strömt die Luft durch *fe* in den Lampenstift *xy* von der Seite hinein, und der Oeldampf sammlet sich (wie

bey einem Tobacksrohre) in der Nufs (g) ohne mit dem Luftrohre in Verbindung zu kommen. Dies ist eine einfache Vorrichtung, die sich leicht bey jeder Art von den beschriebenen Lampen anwenden läßt. Es scheint aber, als ob sie der Wirksamkeit des Instruments einigen Eintrag thäte, wenigstens meldete mir Hr. Bergmeister Sievert unterm 9ten July v. J. daß diese Nufslampe auf der Anna Christiana Fdgbr. zu Arzberg nicht hatte fortbrennen wollen, wo doch selbst die ganz einfachen Lampen mit einem einzigen Stifte Fig. 2. und 4. hell fortbrannten. Das nehmliche bestätigte des Hrn. Freyesleben in Marienberg, auf dem Jung Fabian Sebastian Fdgbr. angestellte Versuche, nach denen derselbe, wie er mir unterm 16ten November v. J. schreibt, diese Nufslampe bey jeder leisen Erschütterung oder bey dem geringsten Wanken im Fahren ausgehen sah.

So viel von den kleinen Lampen meines Lichterhalters, von welchen ich

- 1) die einfache Lampe Fig. 4. für mittelmäßig schlechte Wetter;
- 2) die Armlampe Fig. 3. für etwas schlechtere;
- 3) die Ringlampen Fig. 7. und 8., aber für die allerbösartigsten Wetter; dagegen

4) die Nufslampe für abwechselnde Befahrung aus gute in böse Wetter; mit Uebergang der von No. 1 bis 9 beschriebenen Zwischenabänderungen, zum Gebrauch empfehlen möchte.

Nächst den Lampen sind noch wesentliche Theile des Lusterhalters die beyden Hähne, mit denen er versehen ist:

1) der Lufthahn befindet sich am Boden des ganzen Apparats, der zugleich der Boden des Luftbehälters ist. (Fig. 10 und 12 bey *h*; Fig. 15. und 11. bey *g*.) Er ist sehr einfach. Seine Bestimmung ist, an dem Orte, wo frische Luft ist, sey es nun über Tage oder in der Grube, ihn zu öffnen, (nachdem der Wasserhahn *p, q*, verschlossen worden ist,) damit diese Luft in den Luftbehälter (*efgh*) eintrete; und ihn, wenn dieses geschehen ist, augenblicklich zu verschließen. Man sieht, daß jede mit einem Schraubendeckel versehene Oefnung den nehmlichen Dienst leisten würde.

Soll die Lampe — wie es jedoch nicht nöthig ist — mit Lebensluft gefüllt werden, so schließt man zuvörderst den Wasserhahn (*p, q*), öffnet dann den Lufthahn, der hier mit einem über den Hals der mit Lebensluft gefüllten

Bouteillen, passenden Trichter versehen seyn muß, und bringt das Ganze bis an *c. d.*, Fig. 10. unter Wasser: so füllt sich der Luftraum aus den Bouteillen mit der Lebensluft, ohne daß etwas davon verlohren geht.

2) Minder einfach ist der Wasserhahn, welcher zwischen dem Wasserbehälter und Luftbehälter angebracht ist, und die Oefnung, durch welche beyde Abtheilungen des Lichterhalters mit einander communiciren, öffnet oder verschließt. Fig. 10. und 15. ist er in *p* vorgestellt, wie er offen ist, und den ganzen Wasserstrom aus dem Wasserbehälter *a b c d* in das Luftgefäß *e f g h* einläßt; Fig. 11. und 12. aber ist er verschlossen gezeichnet. Da von seiner größern oder geringern Oefnung die Stärke des Wasserstroms, welcher in den Luftbehälter fällt, abhängt, so richtet sich nach den oben schon dargestellten Grundsätzen auch der mehr oder minder starke Luftstrom, der in die Flamme bläst, mithin die größere oder geringere Helligkeit der Flamme, auf der andern Seite aber auch die längere oder kürzere Dauer des Luftvorraths lediglich nach seiner Stellung. Um daher mit dem in den Luftbehälter befindlichen Vorrathe reiner Luft so lange als mög-

lich auszukommen, ist es wichtig, den Hahn nie mehr zu öffnen, d. h. den Wasser- und Luftstrom nie stärker zu machen, als es gerade nöthig ist, um die Flamme in den bösen Wetter zu unterhalten, und aus eben dieser Ursache den Hahn ganz zu verschließen, wenn man aus den matten wieder in frische Wetter, oder abwechselnd fährt. Damit man aber nicht nur die Stellung des Hahns immer übersehen könne, sondern sie auch ganz in seiner Willkühr habe, ist aussen an der Lampe ein messingener Quadrant befestigt, an welchem sich ein durch den Kopf des Hahns durchgesteckter Stift als ein Zeiger hin und her bewegt, mithin jede Veränderung in der Stellung desselben bis auf $\frac{1}{4}$ Linie genau bemerklich macht. Fig. 9^a und 9^b ist diese Vorrichtung einzeln, und Fig. 11. und 12. wie sie an den Lichterhalter angebracht ist, verzeichnet. Der Quadrant (*st*) wird auf einem Blechstreifen (*uv* Fig. 9.) mit einigen Schraubchen befestiget, damit er von dem cylindrischen Gefäße abstehe, und kann zu noch genauerer Beobachtung mit einem Zifferblatte versehen werden. Ueberdies muß der Wasserhahn auch zum Vor- und Zurückschrauben, eine Schraube, und in dieser

scharfe Gewinde haben, damit sich die ihm einmal gegebene Stellung nicht unwillkührlich verrückt. Dadurch dafs man den Hahn, statt einer einzigen weiten Oeffnung, (wie in Fig. 10, 15, 11 und 12) zwey oder dreymal, neben einander oder übers Kreuz, mit dünnern Löchern durchbohren liesse, könnte man die Stärke des Wasserstroms auch noch mehr in seiner Gewalt haben.

Noch ist ein Nachtheil bey der Stellung' des Hahns zu bemerken, der jedoch leicht beym wirklichen Gebrauch zu vermeiden ist. Man sieht nemlich, wenn der Wasserbehälter angefüllt ist, dafs der Wasserstrom, selbst bey unveränderter Stellung des Hahns, dennoch sehr verschieden seyn mufs, und zwar stärker im Anfange, als hinterher, wenn die Höhe und der Druck des, über der Communicationsöffnung stehenden Wassers abnimmt. Die weiter unten folgenden Beobachtungen werden dies noch mehr zeigen. Es folgt hieraus, dafs man selbst in gleich bösen Wettern dennoch die Stellung des Hahns nicht ungeändert beybehalten darf. An Vorschlägen zu einem Hahne, der sich bey abnehmendem Wasserstande im Wassergefäfse *abcd*, immer selbst

stellte, und seine Oefnung nach und nach erweiterte, kann es nicht fehlen. Man könnte dies entweder durch einen schwimmenden Heber, oder durch ein sich selbst öffnendes zapfenförmiges Muschelventil bewirken; für letzteres könnte z. B. folgende Vorrichtung getroffen werden. Es müßte ein Bretstückchen auf dem Wasserspiegel in *abcd* schwimmen, an dessen Boden ein Stift befindlich wäre, der sich auf das eine Ende eines kleinen Balanciers aufsetzte, welcher sich um einen in dem Gefäße angebrachten Zapfen bewegte. Von dem andern Ende dieses Balanciers müßte dann, ebenfalls an einem Stifte, das keilförmige Ventil, das die Oefnung des Hahns ausfüllte, niedergehen. Nähme nun der Wasserstand in *abcd* ab, so müßte das Bretstückchen sinken; mittelst seiner Schwere würde es also auch dasjenige Ende des leicht beweglichen Balanciers niederdrücken, mit dem es durch einen Stift zusammenhängt. So wie aber dies eine Ende des kleinen Balanciers sänke, würde sich das andere erheben, von welchem das zapfenförmige Ventil abhängt; dieses würde also nach und nach aus seiner Hülse emportreten, mithin die Oefnung für das ausströmende

Wasser in eben der Masse erweitern, als der Wasserstand im Gefäße sänke. Allein diese Vorrichtung, die gewiß bey manchen andern Maschinen im Großen sich vortheshaft anwenden liefse, wäre für eine Lampe, die zum praktischen Gebrauch möglichst einfach und wohlfeil seyn soll, viel zu zusammengesetzt. Eben dies ist die Ursache, warum ich nicht vorschlage, um bey veränderlichem Wasserstande im Gefäße, doch immer gleichen Ausfluß des Wassers zu bewirken, statt des Wasserhahns einen schwimmenden Heber im Wassergefäße zu gebrauchen; dieser würde zwar bey fallender Höhe jenes Wasserstandes auch niedersinken, und dennoch immer gleiche Stärke seines Ausflusses beybehalten; allein dieser Heber setzte wieder einen Schlitz durch die Wand des Gefäßes voraus, damit sein Ausfluß aus der obern Abtheilung in die untere gelangen könnte. Dies würde die Form des ganzen Apparats unbequemer und letzteren selbst gewiß theurer machen. Es bleibt daher mit Vermeidung aller mechanischen Künsteleyen, für die Praxis immer der einfachste Rath dieser: daß man im Anfange den Hahn weniger öffnet; — die Höhe des drückenden Wasserstan-

des bewirkt hier schon eine Geschwindigkeit des Wasserstroms, die seinen Mangel an Stärke ersetzt; — und daß man dann nach Verlauf der ersten viertel- oder halben Stunde, so wie sich der Wasserstand erniedrigt hat, diesen Hahn immer mehr und mehr öffnet, je mehr der Druck des Wassers abnimmt. So hat z. E. eine Lampe, die vor Ort zu gebrauchen ist, und die bey wenigstens 5,3 Kubikzoll Wasser- ausfluß à Minute, 48 Minuten fortbrennt, zwey Zeichen für die Stellung des Wasserhahns; wenn nemlich der Wasserstand 6 Zoll hoch ist, läßt man für die ersten ablaufenden 3 Zoll Höhe so wenig offen, daß nur 5,3 Kubikzoll Wasser durchgehen, auf diese Art wird der obere Wasserstand in 28 Minuten ablaufen, dann erweitert man den Hahn, und die letztern 5 Zoll werden vollends in 20 Minuten ablaufen.

Wenn der Hahn so wenig offen ist, daß das Wasser nur kaum durchlaufen kann, so fließen in 1 Minute 3 Kubikzoll Wasser aus; bey der größten Hahnöffnung gehen 48 Kubikzoll Wasser durch; in mittlern Directionen 6, 8, 12, 18 Kubikzoll. Es versteht sich dies alles bey gleichem Wasserstande, und zwar, wenn das obere Gefäß leer von Wasser, oder der Was-

serstand $= 0$ ist. Eben so viel Luft nun, als Wasser ausfließt, strömt auch in die Flamme.

Liefse man nur 3 Kubikzoll Wasser durchlaufen, so würde der Hahn bey einem Wasserstande $= 0$ nur $\frac{2}{3}$ Linien offen seyn dürfen; dann brauchte man für eine Stunde nur 180 Kubikzolle $= 4\frac{1}{2}$ Bout. Wasser (welches ohngefähr 9 Pfd. wiegen würde); und ein Wassergefäß von ohngefähr 5 Zoll Länge und Weite, und 7 Zoll Höhe; oder von $4\frac{1}{2}$ Zoll Länge und Weite, und 10 Zoll Höhe, so daß die ganze Maschine etwa eine Höhe von 15 Zoll, und eine Weite von 5 Zoll erhielte. Bey einem solchen Ausfluß würde man also mit 1 Kubikfuß Luft über 9 Stunden, oder für 3 Lichter über 3 Stunden lang aushalten können.

Versuche haben mich gelehrt, daß schon in sehr bösen Wettern, in welchen nur noch die Ringlampen brannten, die Flamme doch noch hell war, bey einer Ausflußöffnung von 5,3 Kubikzoll Wasser für einen Wasserstand $= 0$. Behält man aber diese Oefnung bey, wenn man den Wasserbehälter auf ohngefähr 5 Zoll Höhe voll Wasser gießt, so fließen bey diesem Wasserstande ($= 5$ Zoll) in einer Minute 11,5 Kubikzoll Wasser durch, statt jener

5,3 Kubikzoll bey einem Wasserstande $=$ 0. Daher würde eine Lampe, welche bey 5,3 Kubikzoll Wasserausfluß 56 Minuten brennen könnte, wenn man ihre Hahnsöffnung jedem Wasserstande gemäß, abläuterte, nur 30 Minuten brennen; wenn man den Hahn zu 5,3 Kubikzoll Wasserausfluß, bey dem möglichst niedrigen Wasserstande stellen, und diese Oefnung unverändert auch dann beybehalten wollte, wenn das Gefäß voll Wasser gegossen wäre; dagegen man durch nur einmalige Drehung des Hahns und einmal veränderte Ausflußöffnung die Dauer der Flamme schon bis auf 45 Minuten bringen könnte.

Eben so waren die Behälter einer meiner ersten Lampen 6,5 Zoll lang und breit, und 9 Zoll hoch; faßten mithin 379,8 Kubikzoll Wasser oder Luft. Goss ich den Wasserbehälter ganz voll, und öffnete den Hahn für den Anfang zu 12 Pariser Kubikzoll, so liefen jene 379,8 Kubikzoll Wasser in 20 Minuten (im Durchschnitt also 19 Pariser Kubikzoll à Minute) auf. Oefnete ich den Hahn für den Anfang nur zu 9 Pariser Kubikzoll ($=$ 6 rheinl. Dec.) à Minute, so floss das Luftgefäß erst in 40 Minute aus.

Hieraus sieht man die Nothwendigkeit, die Stellung des Hahns bey der sich verändernden Höhe des Wasserstandes diesem gemäß immerfort zu verändern, nicht nur um gleichen Ausfluß beyzubehalten, sondern auch um die Dauer der Flamme zu verlängern. Man sieht ferner, wie unzertrennlich die nöthige Stärke des Wasserausflusses mit der Gröfse des ganzen Apparats und der Dauer der Flamme zusammenhängen. Z. E. eine schon ziemlich grofse Lampe von 5,45 Zoll Durchmesser und 10 Zoll Höhe, würde fast 300 Kubikzoll Wasser im Gefäße aufnehmen. Sie würde bey unveränderter völliger Oefnung des Hahns nur 13 Minuten brennen, dagegen die Flamme 28 — 46 Minuten dauern könnte, wenn man unverändert 10 oder nur $6\frac{1}{2}$ Zoll Wasser à Minute auslaufen liesse.

Die nothwendige Menge des Luftvorraths, und die hiernach sich richtende Gröfse des ganzen Apparats, erhellet für verschiedene Grade des Wasserflusses und für eine Stunde Dauer am besten aus nachfolgender Tabelle:

Weite

Weite der Hahns- öffnung	Stärke des Wasseraus- flusses à Mi- nute bey einem Was- serstande gleich = 0.	Quantität der Luft für eine Stunde Dauer	Ohngefahre Größe des Luftbehäl- ters im Licht- erhalter	
			lang u. breit	hoch
Linien.	Kubikzoll.	Kubikzoll.	Zoll.	Zoll.
$\frac{2}{3}$	3	180	5 oder $4\frac{1}{2}$	7 10
	4	240	5	10
	5,3	318	$5\frac{1}{2}$	10
	6	360	6	10
$\frac{3}{4}$	7	420	$6\frac{1}{2}$	10
	8	480	7	10
	9	540	$7\frac{1}{2}$	10
	10	600	8	10

Da der Hahn zwischen dem Luft- und Wasserbehältniß angebracht seyn muß, so ist es nicht zu vermeiden, daß zwischen diesen beyden Abtheilungen des Gefäßes, der ohngefähr 1. Zoll hohe Raum *cdef* (*Fig* 10. 12. 15. 11 *a.*) übrig bleibt, welcher von aussen (damit das Ganze mehr Zusammenhalt und Ver-

bindung bekömmet) mit einem Blechstreifen umgeben ist. Er hat aber immer das Unbequeme, daß er der Höhe des Instruments zuwächst, ohne brauchbaren Raum für Luft oder Wasser zu gewähren.

Um zu wissen, wie hoch der Wasserstand in dem Wasserbehälter *abcd* sey, lasse ich auf dem Wasserspiegel eine Scheibe mit einem Stift (*Fig. 10. $\alpha\beta\gamma$*) schwimmen. Dieser Stift kann als Zeiger mit einer Scale versehen oder in Minuten abgetheilt seyn. Der Schwimmer taugt sich ein, so wie der Wasserstand $\beta\gamma$ sinkt; also senkt sich auch der Zeiger α , je nachdem das Wasser ausläuft. Wenn man daher dem Hahne bestimmt einerley und sich gleichbleibenden Wasserausfluß giebt, so hat man zugleich, da dieser genau mit der Zeit correspondirt, eine ganz gewöhnliche Wasseruhr, ein sehr genaues Clepsydron *), das besonders dem Häuer vor Ort nebenbey zu statten kommen kann. Denn da in jeder Minute eine bestimmte Quantität Wasser ausläuft, so ist nicht nur die Zeit leicht zu berechnen, in welcher

*) *Bossu Hydraulique, Vol. II. p. 34.*

ein Luftgefäß von bestimmter Gröſſe erschöpft ist, sondern es ist auch die Minute vorherzusagen, in welcher die Lampe verlöschen wird.

Noch ist es nöthig, das Wasser durch eine feine (etwa unterhalb *ab* in Fig. 10. und 15. ausgespannte) Leinwand in das Wassergefäß zu gieſſen, damit keine Unreinigkeit die Oefnung des Hahns, die auch noch auſſerdem mit einem feinen Siebe überzogen werden kann, verstopfe.

Dies ist die Einrichtung der einzelnen, wesentlichen Theile meines Lichterhalters, oder meiner neuen Wetterlampe. Jetzt will ich noch einige Veränderungen des ganzen Apparats, so wie derselbe zu diesem oder jenem Gebrauch, besonders angewendet werden kann, bestimmen.

I. Die ersten Wetterlampen die ich gebrauchte, mit denen ich auch meine früheren Versuche alle anstellte, bestanden nicht, wie die Fig. 10, 12, 15, aus zwey einander correspondirenden Abtheilungen, dem Wasser- und Luftgefäſſe, sondern bloſs aus dem Luftgefäſſe, auf das ein Trichter statt des Wassergefäßes aufgesetzt war, welcher mittelst eines Hahns eben so mit dem Luftbehälter commu-

nicirte, als der Wasserbehälter des gegenwärtigen Apparats. Diese Vorrichtung hat zwar das Bequeme, daß der Luftbehälter um vieles größer seyn kann, ohne die ganze Maschine zu vergrößern, dafür aber auch das Unbequeme, daß man in diesen Trichter, weil er wenig Wasser faßt, beständig Wasser nachgießen muß, mithin besonders beym Fahren einer beschwerlichen Manipulation ausgesetzt ist. Mit Vortheil dürfte man solche Lampen vor einem Orte brauchen, wo immerwährende Wasser aus der Firste hergeleitet werden können.

II. Bequemer sind diejenigen Lampen, wo man, ohne daß man Wasser zuzugießen brauchte, dieses in dem Apparate selbst bey sich führt. Um dergleichen Wetterlampen, wenn man sie lange brauchen will, doch nicht zu groß und zu unbequem zum Tragen zu machen, richte ich sie dann, wenn sie zum Umherfahren in der Grube, zum Markscheiden, für General-Befahrungen, um sich Maschinen zu nähern, oder um Erstickte zu suchen, dienen sollen, so ein, wie sie Fig. 12. im Durchschnitte zeigt. Sie brauchen höchstens auf eine $\frac{1}{2}$ Stunde Luft zu enthalten, da man den Hahn *q* nur so lange zu öffnen braucht, als man in den matten

Wettern fährt, und man schwerlich zusammen-
genommen länger als eine halbe Stunde beym
bloßen Durchfahren in denselben verweilt.
Sie dienen außerdem besonders dem Markschei-
der zum Ziehen, und dem Kunstknecht zum
Liedern. In Fig. 12 ist $abcd$ der Wasserbe-
hälter; das Luftrohr xm von ohngefähr $\frac{1}{2}$ Zoll
Weite, das in die Lampe n geht, ist mitten
durch das Wasser durchgeführt. Die Luft,
welche durch das bey o einträufelnde Wasser
verdichtet wird, steigt also durch $m x$ nach n .
Damit nun der Wasserbehälter $abcd$ nur die
Hälfte der Gröfse des Luftbehälters $efgh$ haben
dürfe, und damit man, um die Gröfse des In-
struments zu mindern, einerley Wasser 2mal
brauchen könne, hat der Luftkasten $efgh$ eine
Abtheilung ik . Der Raum $ikgh$ sey nun et-
was kleiner als $abcd$, und sey in dem Ringe ik
mit Schraubengängen vorgerichtet, damit man
ihn abnehmen könne. Nun öffne man die
Hähne q und k , so läuft das Wasser auf ik weg,
in den untersten Raum $ikgh$. Da dieser et-
was kleiner als $abcd$ ist, so wird er schon mit
Wasser angefüllt seyn, wenn $abcd$ fast kein
Wasser mehr hat. Ist dies geschehen, so ver-
schliesse man den Hahn k . Die Lampe wird

immer fortbrennen, weil der Rest des Wassers aus *abcd* sich nun auf den Boden *ik* lagert. Jetzt schraube man *ikgh* ganz ab, gielse wie aus einem Becher das Wasser in *abcd* zurück und schraube das leere *ikgh* wieder an *efik* an. Durch dies Ausgießen wird in *ikgh* schlechte Luft getreten seyn. Damit sich nun die gute und schlechte Luft nicht zusammenmischen, so bleibt der Hahn *k* so lange verschlossen, bis das Wasser aus *abcd* zum zweytenmale ausgeflossen, und nunmehr alle Luft, sowohl aus *ikgh*, als auch aus *efik* consumirt ist. Durch diese Vorrichtung gewinnt man an Raum $\frac{1}{4}$ des Ganzen; oder bey einer Lampe, die einen Luftraum von 480 Kubikzoll haben müßte, gewinnt man 240 Kubikzoll an Raume. — Außerdem hat diese Fahrlampe noch einen Bügel *arb*, um sie bequemer führen zu können.

III. Ganz anders sind die Wetterlampen oder Lichterhalter construiert, welche vor einem wetternöthigen Orte still stehen, und dem Ortshäuer leuchten solien. Fig. 10. stellt eine solche Lampe vor, deren Zusammensetzung nunmehr aus obiger Beschreibung bekannt seyn wird. Richtet man den Wasserraum

abcd so ein, dafs er 490 Kubikzolle fasse; (also etwa 7 Zolle weit und 10 Zolle hoch sey) entfernt man die beyden Boden *cd* und *ef* um 1 Zoll von einander, und giebt man dem Luft-
raum *efgh* 486 Kubikzolle Inhalt, (etwa 7 Zoll Weite, und $9\frac{3}{4}$ Zoll Höhe,) so wird eine solche Lampe bey einer Ausflufsöffnung (O) von 8 Kubikzoll à Minute, 1 Stunde lang brennen.

So gering auch die Mühe ist, nach Verflufs einer Stunde mit der Lampe wieder an einen Ort zu fahren, wo frische Wetter sind, um sie daselbst durch Oefnung des Lufthahns *h* wieder zu füllen; so kann man doch auch den Lichterhalter auf 4—8 Stunden Dauer vorrichten, das Wasser nach und nach zugiefsen, und dann das ganze Instrument, wie ein grosses Luftfafs von Holz machen. Die Wattischen Magazine von Lebensluft, und die, welche Herr Fothergill für die Human Society hat verfertigen lassen, zeigen genugsam, wie luftdicht der Schreiner arbeiten kann.

Man kann auch noch abgesonderte Gefäfse (Fig. 13.) voll reiner Luft und von beliebiger Gröfse mit vor Ort nehmen. Ist nemlich die Luft aus dem Lichterhalter (*efgh* in Fig. 15.)

consumirt, so setzt man den ganzen Apparat, (Fig. 15.) auf das Luftmagazin (Fig. 13.) bringt den mit 2 Schrauben versehenen Schlauch (Fig. 14.) theils mit dem Hahn *a* in Fig. 13. theils mit dem Lufthahn *g* an dem Luftbehälter *efgh* in Fig. 15. in Verbindung, und eben so den Schlauch Fig. 16. einerseits mit dem Hahne *b* in Fig. 13. anderseits mit demselben Luftbehälter, *efgh* in Fig. 15. bey *f*. Der Schlauch Fig. 14. muß wasserdicht, der Schlauch Fig. 16. luftdicht seyn. Sind beyde Gefäße (Fig. 13. und 15.) solchergestalt, mittelst der beyden Schläuche zusammen verbunden, so öffnet man die Hähne *g*. und *a*. Das Wasser wird durch den Schlauch Fig. 14. in das Luftgefäß Fig. 13. eintröpfeln, dagegen die in demselben befindliche Luft durch den Schlauch Fig. 16. (nachdem die Hähne *b*. und *f*. geöffnet worden sind) in den Luftbehälter (*efgh*) dringen und diesen füllen. Ist letzteres geschehn, nachdem alles Wasser aus *efgh* ausgelaufen und in Fig. 13. eingefallen ist, so verschließt man die Hähne *g*, und *f*. in Fig. 15. wieder; schraubt die Schläuche Fig. 14. und 16. von *g*. und *f*. ab, und kann nun das Luftmagazin (Fig. 13.) das jetzt wieder vom Lichterhalter (Fig. 15)

abgesondert ist, aufs neue in frische Luft bringen lassen, und diese zu wiederholten malen einfüllen. Auf solche Art kann ein Lichterhalter vor Ort, ohne ihn von der Stelle zu bewegen, in jeder Schicht so oft man nur will, aus dem transportablen Luftmagazine (Fig. 13.) aufs neue reine Luft erhalten.

IV. Da die bisher beschriebenen Lufthalter doch gewöhnlich 18 bis 20 Zoll Höhe haben, würden sie für den Flözbergbau, wo das Streb selbst meist nur 18 bis 20 Zoll hoch ist, unbrauchbar seyn. Daher habe ich meine Wetterlampen für den Flözbergbau so vorge richtet, wie Fig. 11^a im Durchschnitt, und Fig. 11^b von der vordern Ansicht zeigt. Diese Lampe ist den übrigen im wesentlichen gleich, nur dafs sie länger, und minder hoch (etwa 8 bis 9 Zoll hoch) ist. Dafs das Lämpchen (*n*) bey ihr nicht wie bey den übrigen Wetterlampen, oben (auf *ab*) sondern auf *ef* angebracht, und dafs die ganze Maschine mit 4 kleinen Rädern am Boden *gh* versehen ist, wodurch sie wie ein Trekhund fortgezogen werden kann. Bey *a* ist eine Oefnung für den etwa auch hier anzubringenden Schwimmer.

V. Noch habe ich eine Lampe zu beschrei-

ben, welche von allen bisher erwähnten, sowohl in der Construction als in ihrem Gebrauche gar sehr abweicht, und die, ohngeachtet ich ihrer hier zuletzt gedenke, doch die erste in meiner Erfindung war. Es ist die Blasenlampe, die zwar nur in wenigen Fällen, aber in diesen auch ausschliessend gebraucht werden kann. Wo nemlich die Wetter so böse sind, dafs alle gewöhnlich mit reiner atmosphärischer Luft gefüllten Lichterhalter nur eine dunkle Flamme geben, wo doch aber z. E. das Absetzen eines Gangtrums, das Uebersetzen einer Kluft, oder andere dergleichen schwierige Beobachtungen genau angestellt werden sollen, wo der Markscheider einen sichern Zug verrichten soll, und bey ähnlichen Vorkommnissen, ist die Blasenlampe vor allen andern anzuwenden.

Das Dunkelbrennen gewöhnlicher Lampen in so äufserst bösen Wettern, als hier vorausgesetzt werden, kann nur daher rühren, dafs das einfallende Wasser dem Sauerstoffgas nicht Stofs genug giebt, um die Flamme rasch anzublase. Diesen Stofs bringe ich nun leicht durch meine Blasenlampe hervor, welche viel Aehnlichkeit mit der Fig. 1. vorgestellten hat.

Ihre Construction ist diese: Man füllt 1) eine Blase mit Lebensluft. Zu diesem Behufe muß selbige vorn einen messingenen Ansatz mit Schraubengängen haben, welcher auf einen mit einer Schraubenmutter versehenen Glastrichter paßt. Man drückt nun die nasse Blase möglichst zusammen, um sie luftrein zu machen, und schraubt sie auf den Glastrichter auf. Dann öffnet man den in jenem Ansätze angebrachten Hahn, und kehrt eine mit Lebensluft gefüllte Flasche unter Wasser, und zwar unter dem mit der Blase verbundenen Glastrichter, dergestalt um, daß die Luft in die Blase tritt, und sie ausspannt. Ist sie gefüllt, 2) so schließt man den Hahn (*m*) zu, und schraubt den Ansatz *m* an die Glasröhre (*rm*) an. Diese Glasröhre (*rm*) führt dann in eine mit Oel gefüllte blecherne Lampe (*abcd* Fig. 1.) in welcher über ihre freye Oefnung bey *r* der gewöhnliche hohle Argandsche Docht aufgesteckt und angezündet wird. Die Mündung des Luftrohrs oder der Glasröhre, hat kaum $\frac{3}{4}$ Linie im Durchmesser. Oefnet man nun den Hahn *m*, so fährt die Lebensluft aus der gespannten Blase in die Flamme, und bläst sie an. Wäre die durch das Brennen des Dochts erzeugte koh-

lensaure Luft nicht schwer und mit Oeldampf gemengt, welcher die Mündung des Luftrohrs oder der Glasröhre umgiebt, so würde, auch wenn die Blase nicht mehr gespannt wäre, die untere kältere Lebensluft von der äußern Atmosphäre gedrängt, die Stelle der durch die Flamme verdünnten obern Luft einnehmen und aufwärts steigen. So aber hindert der Oeldampf dieses Aufwärtssteigen, und man muß durch einen Druck mit der Hand, wenn die Blase senkrecht an dem gläsernen Luftrohre herabhängt — oder durch den Druck eines Gewichts, wenn die Blase in ein blechernes Kästchen wie in *Fig. 1.* gesetzt ist, das Ausströmen der Luft befördern. Auf diese Art erhält man, wenn man will, eine 2 — 3. Zoll lange Flamme, deren blendenden prachtvollen Glanz das Auge nicht ertragen kann, und durch die man im Stande ist, einen weiten Firstenbau vollkommen zu erleuchten.

Eine Blase zu 120 Kubikzollen, bedarf eine kleine $\frac{1}{4}$ Stunde um sie auszuleeren, wenn ein bey *a Fig. 1.* angebrachter Druck auf dieselbe, den Luftstrom immer unterhält; ich habe aber schon Blasen zu 480 Kubikzollen gehabt, mit denen also fast eine Stunde auszu-

reichen war. Ueberläßt man dagegen die Blase sich selbst, ohne einen gleichförmigen Luftstrom mittelst eines angebrachten Drucks zu unterhalten, so brennt die Lampe von 2 Bouteillen Lebensluft = 80 Kubikzoll sehr gut $5\frac{1}{2}$ Minuten, mithin würde sie, da die Luft nicht völlig herausgeht, sich selbst überlassen, bey einer Blase von 432 Kubikzoll, (die so groß wäre als das Capital von Humbolds vorgeschlagenem Apparat) gegen $\frac{1}{2}$ Stunde (29,7 Minuten) brennen.

Der Berliner Gensd'arme und Mechanikus Faller hat mir mehrere dergleichen Blasen gefertigt. Ich habe die Blasenlampe noch nie ausgehn sehn, und sie kann es auch, wenn sie mit Lebensluft gefüllt wird, selbst in den bösesten Wettern, ihrer Natur nach, nicht. Noch im April 1796 zeigte ich ihre strahlende Flamme unter andern dem Prof. Herz in Berlin in einer Glocke mit fixer Luft.

Man darf bey dieser mit Lebensluft zu unterhaltenden Lampe nicht fürchten, daß Entzündungen von Knall-Luft in der Grube entstehen möchten. Man weiß wie selten im Ganzen genommen schlagende Wetter sind, und wie die inflammable Luft in der Grube

fast immer mit Kohlensäure und Stickluft, welche ihre Entzündung hindern, gemengt ist. Dazu ist der Strom der Sauerstoffluft, welche aus meinem Luftrohr in die Höhe steigt, sehr gering, und da, wo er die äufsern Wetter berührt, bereits durch die Einwirkung des Dochtes und Oels sehr verunreinigt. Wenn alles, was die Physiker von den unterirdischen Wettern und ihrer Analogie mit den künstlichen einfachen Gasarten behaupten, gegründet wäre, so müßte ich, da ich mit ganzen Flaschenkörben Lebensluft in allerhand Arten von Wettern gearbeitet habe, längst wie in einer Blase mit Knall-Luft zersetzt seyn.

Die ersten entscheidenden Versuche für 'Anwendbarkeit meines Lichterhalters', machte ich mit den Lebensluftlampen, und zwar über Tage. So wie die oben beschriebene Blasenlampe, hielt ich sie mehrmals unter eine Glocke mit reiner fixen Luft, und war nie im Stande, sie zum Verlöschen zu bringen. Als die Lampe schon herausgenommen war, verlöschte in dem Reste der kohlensauren Luft noch jede Wachskerze. Ich zweifle, daß es

Grubenwetter giebt, welche bis auf einen solchen Grad irrespirabel sind.

Mit diesen Erfahrungen durfte ich mich aber nicht begnügen. Es kam darauf an, die Maschine in der Grube zu prüfen. Unter mehreren Versuchen, machte ich den wichtigsten zu Anfange des Jahres 1796, zu welchem sich unser jetziger Oberbergmeister Hr. Killinger, der ausgezeichnete bergmännische und chemische Kenntnisse mit einander verbindet, sehr leicht mit entschloß *). Wir wählten dasselbe alte Ort auf der Fürstenzeche zu Goldcronach, wo wir uns ein Jahr vorher mit einigen Flaschen Lebensluft den Athem gefristet hatten. Mit den matten Wetter, die wir damals fanden, unzufrieden, warfen wir einen grossen Haufen brennender Holzspäne in den wenig Lachter vom Ortstofse zurückgemachten Verschlag. Die Blende blieb offen bis die Flamme aufhörte, und nun wurde sie nicht allein verschlossen, sondern auch alle Fugen mit Letten verstrichen. Als wir glaubten, das

*) Es ist derselbe Versuch, den ich schon in Crells chem. Annalen, 1796. B. 2, St. 10, erzählte.

Holz habe ausgeschwehlt, und der Raum sey ganz mit Kohlendampf erfüllt, rissen wir die Blende auf. Der Oberbergmeister Klinger, Steiger Bauer und ich standen, zwey mit Grubenlichtern und einer mit der Maschine, (welche mit einem Gemische von einem Theile atmosphärischer und 2 Theilen Lebensluft gefüllt war) bereit. Der Augenblick des Aufreißens der Blende war über unsere Erwartung schrecklich; es sind mir mehrmals Retorten mit dephlogistisirter Salzsäure gesprungen, aber diese Säure war fast belebender Hauch, gegen das was wir hier einschluckten. Man denke sich eine krüppliche Strecke, die kaum $\frac{3}{4}$ Lr. hoch, und $\frac{1}{2}$ Lr. weit ist; und eine Säule schwarzen Kohlendampfs, welche aus dem alten Orte uns entgegen fuhr, um nach dem weit entfernten Tannenschachte zu ziehen. Alle Grubenlichter verlöschten, aber meine Lebensluftlampe loderte hoch auf. Ein unarticulirter *) Zuruf freudiger Verwunderung

*) Durch einen sonderbaren Druckfehler in Crells chem. Annalen 1796. S. 1798. wird uns bey dieser Gelegenheit „ein unartiger Zuruf“ Schuld gegeben.

derung war alles was wir vorbringen konnten; denn der Schmerz im Halse und in den Augen war unerträglich. Wir ließen die Maschine hinter der Blende stehen, und waren ein jeder auf seine Hut bedacht. Als ich mich bereits in einer etwas erträglichen Atmosphäre befand, vermißte ich Hr. Killigern, der zunächst hinter mir gefahren war; der Dampf hatte bey gehemmter Respiration ihn dergestalt betäubt, daß er einige Secunden lang unbeweglich da stand. Endlich hielt er, um Lindrung zu erhalten, den Mund gegen die Wasserseige, und rafte alle seine Kräfte zusammen, um mir nachzufahren. Wir waren nun zu den übrigen Bergleuten in einem Queerschlage versammelt, wo der Kohlendampf sich in ein Ueberhauen auf dem Rautenkränzer Gange verlor, und kamen alle darinn überein, daß der Schmerz, den wir im Halse, in den Augen und in der Nase empfanden, nicht von den rauchenden Holzspähnen allein herrühren könne, sondern daß wahrscheinlich während des Brennens eine Zersetzung der aufgelösten Arsenik- und Schwefelkiese, mit denen die Sohle des alten Orts bedeckt war, vorgegangen sey. Auch schien der Geruch eine verflüchtigte Säure anzu-

deuten. Wir waren indefs über den glücklichen Ausgang dieses so entscheidenden Versuchs sehr froh, und fuhren wechselsweise mit feuchten Schnupftüchern vor dem Munde, vor das alte Ort, um die Lebensluftlampe zu beobachten. Die Grubenlichter verlöschten immer schon, ehe wir uns der Maschine naheten. und wir konnten sie nur an dieser wieder anzünden. Wir wagten nun den letzten entscheidenden Versuch. Steiger Bauer mußte die Lebensluftlampe in den Verschlag selbst setzen, wo der Kohlendampf sich am meisten angehäuft hatte. Die Blende wurde verschlossen, und jede Fuge fest verklebt. Nach 8 — 10 Minuten rissen wir die Blende weg, eine neue Dampfwolke wälzte sich uns entgegen, unser Geleuchte war wie ausgeblasen, aber die Flamme meiner neuen Lampe war nicht bloß unverlöscht, sondern wurde von der ausströmenden Luft eben so lang gezogen, als wenn sie im frischesten Zimmer gebrannt hätte.

Von den Nachtheilen überzeugt, die aus der Nothwendigkeit meine neue Lampe — wie bisher — mit Lebensluft zu füllen, für ihren Gebrauch entstanden, fing ich im Herbste des

vorigen Jahres die Versuche über das Füllen des Lichterhalters mit gemeiner atmosphärischer Luft an. Ich machte sie meist im Wunsiedler Revier; und alle glückten nicht bloß mir, sondern auch andern dasigen Beamten. So füllte z. B. der zweyte Bergmeister Hr. Sievert, auf der Anna Christiane Fdgbr. zu Arzberg, die Lampe Fig. 4. und 2. mit gemeiner Luft an, und hing sie in einem Kübel in den Schacht, wo alles Geleuchte aus Wettermangel verlöschte. Die Lampe gelangte hell brennend bis zur Schachtsohle. Der Bergmeister Herr Sievert fuhr nach und konnte mit derselben Lampe, besonders mit der Sieblampe Fig. 2 vor alle tiefe Oerter, kommen. Der Luftkasten wurde 2 mal frisch gefüllt, und zwar mit Grubenluft selbst, von der 9 Lachter Strecke, wo sich frische Wetter vorfanden.

Ich glaubte meine Erfindung schon vollendet, und sie war es nicht. Die schon mehrmals erwähnten Wetter zu Berneck gehören vielleicht unter die schrecklichsten, die je entstanden. Das Ort im Alaunwerke war 3 Monate lang verblindet, die Blende mit Letten lutirt, der ganze innere Raum mit faulem nassem Grubenholz gefüllt, und die respirable Luft

vor dem völligen Verschluss durch einen angezündeten Haufen Kohlen und Schwefel verzehrt. Ich empfand Brustbeschwerden und Schwindel, so oft ich die Blende aufreißen liefs. Keine meiner neuen Lampen, selbst die mit dem siebähnlichen Luftrohre Fig. 2. nicht ausgenommen, brannte in diesen Wettern. Die glücklichen Versuche in der Wunsiedler Revier hielten mich durchaus ab, wieder zur Füllung mit Lebensluft zurück zu kehren. Ich fing daher eine ganze Reihe neuer Versuche an, und kam nach und nach auf die Ringlampen Fig. 6. die ich nun, ob schon nur mit atmosphärischer Luft gefüllt, doch auch in jenen Wettern strahlend leuchten sah.

Am 13. October 1796 habe ich den letzten Versuch mit der neuen Ringlampe in dem Bernecker Alaunwerke gemacht. Die Wetter im Queerschlage daselbst waren noch so matt, daß sie jedes Geleuchte, wie Wasser, auslöschten. Kaum brannte die Armlampe Fig. 3. als eine der wirksamsten, noch darinn fort; dagegen die Ringlampe, eben so hell als in der reinsten Tagesluft fortloderte. Um zu versuchen, ob es nicht möglich seyn sollte, die Flamme zu verlöschen, kroch ich durch einen Einschnitt durch, der in die Blende des verschlagenen

Orts gemacht war, um sie nicht immer ganz aufreißen zu dürfen. Ich fuhr allein, weil der Hr. Oberbergmeister Killinger sich durch andere Versuche in der Stebener Revier Brustschmerzen verursacht hatte, und deshalb, auf mein wiederholtes Bitten, zurück blieb. Die Wetter waren mit Stickluft und Kohlensäure so überladen, daß ich Papier und Licht auch nicht auf eine einzige Secunde an meiner Wetterlampe anzünden konnte. Ich gelangte 6 bis 8 Lachter über die Gegend hinüber, wo noch Reste des verbrannten Schwefels lagen, und stand schon mitten im faulen Holze, als meine Ringlampe noch immer wie am Tage brannte. Ich setzte sie nieder, um das Brennen in der untersten Schicht zu beobachten; aber das Gemenge von gekohltem Wasserstoffgas, welchen das Grubenholz aushauchte, benahm mir plötzlich alle Besinnung. Ich wurde mit einer sehr angenehmen Empfindung müde, und sank endlich ohnmächtig neben der Lampe hin. Zum Glück soll ich noch kurz vorher den Steiger Bauer gerufen haben. Dieser und der Herr Oberbergmeister Killinger eilten mir zu Hülfe. und zogen mich so schnell bey den Füßen heraus, daß ich bald in der reinern Grubenluft

wieder zu mir kam. Ich hatte die Freude, beym Erwachen meine Lampe noch brennen zu sehen. Bis auf wenige Mattigkeit spürte ich des andern Tages von dem unangenehmen Vorfalle keine Folgen mehr, und hatte dennoch an mir selbst erfahren, wie irrespirabel Gasarten seyn können, in welchen meine neue Lampe dennoch hell fortbrennt.

Um es nicht bloß bey Versuchen in unserm fränkischen Gebirge bewenden zu lassen, schickte ich im Herbste des vergangenen Jahres auch einen zum Versuch bestimmten Apparat, der jedoch weder die Vollständigkeit, noch die Bequemlichkeit meines gegenwärtigen Lichterhalters hatte, an den Bergamtsassessor Freiesleben zu Marienberg. Dieser stellte in Begleitung des Steiger Schulzen seine Versuche auf dem obern Weistaubner Stolln an, und zwar auf einem Flügel, welcher vom Fabianer Treibeschachte, auf dem Kaiser Heinricher stehenden gegen Mittag geht. Dieser Stollnflügel war ohne irgend einen Durchschlag von gedachtem Schachte 455 Lachter erlangt, das Ort aber ohngeachtet eines doppelten für dasselbe vorgerichteten Harzer Wettersatzes seit 2 Jahr, Wettermangels wegen, eingestellt wor-

den. Herr Freiesleben schreibt mir: „dadurch, daß die Wettermaschine einige Tage vorher abgeschützt worden, wären die schon an sich sehr verdorbenen Wetter so böse gewesen, daß sie den Körper äußerst ermattet, und Sticken, Magenkrampf, Trockenheit im Halse, auch gelinden Schmerz in den Augen verursacht hätten. Die Zimmerung fange in wenig Wochen an, stockend zu werden. Dabey sey dieser Stollnflügel meist trocken, und voll süßlich riechender verdorbener Wetter.“ Ueber den Versuch selbst meldet er mir unterm 16. November v. J. folgendes: Mit Talglichtern gelangten wir, ohngeachtet aller Vorsicht und mehrmals angestellter Versuche, nur ohngefähr 90 bis 93 Lachter vom Schachte weg; dagegen wir mit der Armlampe (Fig. 3.) auf 236 Lachter weit fortkameu. Wir würden ohne Zweifel das Ort erreicht haben, wenn nicht der Luftvorrath im 236sten Lachter aufgezehrt gewesen wäre.“ Bey einem andern Versuche im December v. J. wo die Wetter auf dem nemlichen Stollnflügel (wegen der einfallenden sehr frischen Tagesluft) etwas besser und so beschaffen waren, daß man mit gewöhnlichen Lichtern doch bis in 105 Lach-

des Orts erreichte.“

tern weit, vom Schachte, aber auch bey der möglichsten Vorsicht nicht einen Schritt weiter kam, gelangte Herr Freiesleben mit meinem Apparate 340 Lachter weit, also 235 Lachter weiter, denn mit dem Lichte. Er schreibt mir selbst darüber: „der bey mir gewesene Steiger Schulze ist eben so wie ich völlig überzeugt, daß die Lampe bey gehöriger Führung, selbst in den excessiv bösesten Wettern nicht verlöschen kann, und daß, wenn dieses geschieht, es nur durch äußere mechanische Störungen bewirkt wird, z. E. durch Wanken oder Hohltreten beym Fahren, durch unwillkührliches Anhauchen, durch einfallendes Wasser, u. s. f.“ Ueberhaupt ergab sich ihm als das Hauptresultat mehrerer wiederholten Versuche: „daß der Lichterhalter von dem Grade der Schlechtheit böser Wetter ganz unabhängig sehr gut fort brenne, wenn er ruhig stehe, daß er aber bey jeder Bewegung und also auch beym Fahren sehr vorsichtig geführt seyn wolle, und endlich, daß er nach seiner gegenwärtigen Form noch nicht geschickt sey, einen bestimmten Fleck zu erleuchten, weil er schiefgehalten, sogleich verlösche, gerade vor sich geführt, aber nur die mittlere Höhe des Orts erleuchte.“

Mit diesem Resultate war ich wohl zufrieden; ich bin überzeugt, hätte mein Freund eine Fahrlampe von der gegenwärtigen Form gehabt, er würde über das leichte Verlöschen derselben bey jeder leisen Erschütterung, durch irgend einen Hauch oder Fehltritt, nicht geklagt haben, so aber hatte man damals mit mancherley Unbequemlichkeiten zu kämpfen, die nunmehr wegfallen. Der Apparat, den ich verschickte, war ein kleines, statt des Wasserbehälters *abcd* nur mit einem aufgesetzten Trichter versehenes Gefäß; man mußte deshalb eine Wasserflasche bey sich führen, um das durchgelaufene Wasser immer wieder zu ersetzen; hierzu kam, daß der Wasserhahn durch öftern Gebrauch bey meinen eigenen Versuchen schon locker geworden, und mit keinem Zeiger versehen war, daher der Wasserstrom nicht gehörig regulirt werden konnte, und also leicht zu stark wurde, woraus sich auch erklärt, daß die Lampe bey dem ersten Versuche, ohngeachtet des langsamen Fahrens, dennoch viel zu geschwind verlöschte, weil der Luftvorrath viel früher, als es eigentlich hätte geschehen sollen, schon consumirt worden war.

Das leichte Verlöschen der Lampe kam gewiss nicht bloß von verstärkter äußerer Luftbewegung, sondern auch daher, daß das in den Luftbehälter eingeflossene Wasser bey jeder Erschütterung von außen einen ungleich geschwindern Luftstrom in die Flamme stieß. Warum diese unwillkürlich verstärkte Schnelligkeit des Luftstroms die Flamme verlösche? Diese Frage scheint eben so leicht zu beantworten, als die: Warum auch Wind von außen ein Licht auslöscht? und doch hat schon mancher Physiker sie sehr unzulänglich beantwortet. Wind ist relativer Wechsel der Luft; die neu hinzutretende Luftschicht ist reicher noch an Sauerstoff, als die verjagte; und doch stört dieser Wechsel den chemischen Proceß der Luftzersetzung, doch hindert er den Kohlenstoff und Wasserstoff des Doctes und Talgs, seine Affinität gegen das Oxygen wirken zu lassen. Man glaube nicht, daß die Ursache in der Temperatur liege, darum, weil diese Affinität nur bey einem höhern Wärmegrad wirke, also die neue Luftschicht zu kalt sey, und schon verjagt werde, ehe sie jene Temperatur annehmen könne. Heiße Luft löscht ein Licht so gut wie kalte aus, und die Luft-

schicht, welche eine ruhig brennende Flamme umhüllt, und in jeder $\frac{1}{100}$ Sekunde die Luftbindung (Flamme) selbst verursacht, nimmt bey einer Flamme von inflammabler Luft, z. B. eben keine groſſe Hitze an. Es scheint also, als wenn der Wind nur darum ein Licht auslösche, weil der ewige Luftwechsel in jeder Sekunde frische Luftschichten an die Kohle des Dochts hin und wieder wegführt, und weil jede Luftschicht doch eine Zeitlang in ruhiger Berührung mit dem Dochte seyn muſs, ehe die Affinität zu wirken anfängt, durch welche die Verbindung der Kohle und des Sauerstoffs nebst der Entbindung des Lichts vor sich geht.

Um die innern Luftwellen bey mechanischen Erschütterungen der Lampe für die Flamme unschädlich zu machen; schlug mir Herr Lempe vor, den Luftstrom nicht durch das gerade Luftrohr *am* unmittelbar, und mit seiner ganzen Stärke in die Flamme blasen zu lassen, sondern ihn erst durch einen (in Fig. 10, 12, 15, 11^a etwa unterhalb des Bodens *ef* angebrachten) horizontalen und spiralförmig gewundenen Gang zu führen, um dadurch jede etwa schädlich werdende Geschwindigkeit des

Luftstroms zu mäßigen. Ich habe diese Abänderung noch nicht selbst versuchen können, doch sollte ich sie für wirksam halten, ohngeachtet bey der Nufslampe Fig. 5. (welche in ihrem gebogenen Luftrohre *ef* schon eine ähnliche Vorrichtung hat) nach Herrn Sieverts und Freyeslebens Erfahrungen, die Gefahr zu verlöschen größer ist, als bey jeder andern.

Vielleicht könnte man auch durch einen Aufsatz von 2 Lampen auf dem Lichterhalter das Auslöschen desselben vermeiden, da doch nur selten mechanische Störungen beyde Lampen zugleich treffen werden. Wider äußeres Ausblasen der Flamme durch unversehenes Anhauchen oder eintröpfelndes Wasser, liefse sich ein Schirm von Glas oder dünnem Horn, in Form der Sächsischen Grubenblenden, anbringen, welcher dem Lichte der Flamme zugleich eine mehr concentrirte und bestimmte Richtung geben würde. Nur müßte dieser Glasschirm oben und unten offen seyn; denn außerdem kann die sich erzeugende Kohlensäure nicht entweichen. Selbst meine Ringlampen verlöschten, wenn ich sie unter geschlossene Glasglocken setzte, und zwar schon in 10 Sekunden, wenn der Hahn geschlossen

war; war er aber ganz offen, also bey vollem Wasserstrom, erst in 63 Sekunden.

Man könnte ferner, um die Lampe von dem Lichterhalter zu entfernen, sie nach verschiedenen Punkten richten, und einzelne bestimmte Stellen besonders beleuchten zu können, das Luftrohr, statt dafs es gegenwärtig ein kurzer und steifer Stift von Metall ist, von *Resina elastica* machen, so dafs man es, der Dauer des Luftstroms und der Flamme unbeschadet, sehr leicht beweglich erhalten würde.

Noch veranlassen mich, einige von meinen Freunden geäußerte Schwierigkeiten, folgende Bemerkungen, für jeden, dem der Lichterhalter noch fremd ist, über dessen Manipulation beyzubringen.

1) Ist es nöthig, dafs jeder Ungeübte, ehe er einen Versuch in der Grube anstellt, sich über Tage genau mit den kleinen Lämpchen bekannt macht, und sie eine nach der andern in der Stube anzündet;

2) Kommt es sehr darauf an, wie tief der Docht auf dem Stifte (se Fig. 4.) steckt, damit die Luft am vortheilhaftesten wirkt. Ich habe die Lampe ausgehen sehn, wenn der Docht zu tief oder zu hoch steckte; sobald ich ihn än-

derte, brannten die Lampen fort. Auf die Länge des Dochts nach unten zu, kommt es zwar nicht an, desto mehr aber auf den obern Kranz, welchen man weit genug herausziehen muß, um die Lampe mit einer hellen runden Flamme anzünden zu können. Feinere Dochte brennen überdies besser als gröbere, und müssen beym Gebrauch von Zeit zu Zeit mit einem kleinen Zängelchen geputzt werden. Nur der rechten Behandlung des Dochtes danke ich es, dafs ich immer, selbst in den bösesten Wettern, wo nur die Ringlampen brannten, (die also weit verderbter waren, als die Marienberger) eine helle volle Flamme erhielt.

3) Wenig kommt auf die Menge des Oels an; jemehr man davon eingiefst, desto leichter wird die Flamme beym geringsten Wanken, von demselben ausgestofsen; dagegen nährt schon etwas wenig Oel, das etwa $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Zoll hoch in der Lampe steht, den Docht hinlänglich;

4) Besonders aber muß der Docht schon in den guten Wettern recht angebrannt seyn, und eine volle runde Flamme geben, ehe man sich in die bösen Wetter wagt. Um nicht zu

viel reine Luft zu verlieren, zünde man ihn nur erst dann an, wo gewöhnlich Lichter zu brennen aufhören wollen.

5) Das Anzünden des Doctes geht am besten mit einem in Oel getauchten Holzspane, oder mit Wachsstock von flatten; mit Papier glückt es nicht.

6) Beim Anfange des Gebrauchs gebe man der Flamme einen etwas reichlichen Luftstrom und vermindert ihn nachher allmählich durch gehörige Verschließung des Hahns, bis man das *Minimum* mit dem man ausreichen kann, z. E. 3, 4, bis 5,3 Kubikzoll à Minute erlangt hat.

7) Füllt man die Lampe während des Gebrauchs, nachdem der Luftvorrath verzehrt worden, aufs neue mit reiner Luft an, es geschehe dies nun dadurch, daß man mit derselben zurück in frische Wetter fährt, und den Hahn *h* öffnet, um das Wasser aus dem Luftbehälter *efgh* ausströmen zu lassen, oder es geschehe mittelst des Luftmagazins (Fig. 13. 14. 15. 16.) so ist es immer nöthig, die Flamme während dieses Einfüllens der frischen Luft, wo es sich nur thun läßt, (welches beym ersten Falle stets seyn wird) auszulöschen, damit der Kohlendampf nicht die neu einströmende frische Luft verunreinige.

8) Das Sieden des Oels in den Ringlampen ist nunmehr durch den doppelten Ring, Fig. 6. vermieden, vorher vermied ich es dadurch, daß ich Wasser in das Oel goß, wenn es sich zu erhitzen anfangt. Der Ring sollte übrigens mit Messingloth gelöthet seyn, weil er sonst leicht springt.

Dies sind meine Bemerkungen über eine Erfindung, die mir nicht bloß öconomische Vortheile für den Bergbau, sondern auch wesentliche Vortheile für die Erhaltung des Lebens unsers Bergvolks zu versprechen scheint. Sie wird besonders dazu dienen:

1) Erstickte in bösen Wettern zu finden. Man entschließt sich leichter mit Geleuchte, als im Finstern nachzufahren. Oft sind die bösen Wetter so weit verzogen, daß Menschen, die vorher drinn erstickt wären, nun darinn athmen können, daß aber Lichter doch immer noch in ihnen erlöschen.

2) Der Lichterhalter schont auch mittelbar die Gesundheit des Bergvolks, weil man Oerter mit demselben schneller auffährt, als im Finstern, oder im beständigen Kampfe mit dem

dem Geleuchte. Nöthige Durchschläge werden also früher gemacht werden, mithin der Häuer den bösen Wettern nur kürzere Zeit ausgesetzt seyn.

3) Viele kostbare Wettermaschinen, Wetterschächte und Lichtlöcher, die nur durch Hülfe von Kunstgezeugen niedergebracht werden können, selbst die ängstlichen Verspündungen des Tragwerks werden dadurch in manchen Fällen entbehrlich. Nicht als solle man nun weniger für den reinen Luftwechsel in den Gruben sorgen, wobey die Zimmerung am meisten leiden würde, sondern nur in solchen Fällen erspart man sich durch den Lichterhalter jene kostbaren Vorrichtungen, wo man zu ihnen schreiten muß, um sich bloß auf wenige Monate, bis etwa ein nöthiger Durchschlag geschehen ist, brennendes Geleuchte zu verschaffen.

Bey vernünftiger Belegung kann man ohne Lichtlöcher auch in bösen Wettern, und doch mit Schonung der Mannschaft, vor Oertern auffahren. Ich rathe aus eigener Erfahrung besonders zu ein oder zwey stündigen Schichten in solchen Gruben, wo man eine Arbeit in der Nähe hat, welche der Häuer in den übrigen

Stunden seiner Schichtzeit verrichten kann, welche aber, wie sich von selbst versteht, nicht gar zu entfernt seyn darf, damit durch das Hin- und Herfahren beym Wechseln der Oerter, der Zeitverlust nicht zu beträchtlich werde.

4) Wie viele Gruben sind nicht ehemals bey dem krüpplichen Bau der Alten, aus Wettermangel ganz auflässig worden*). Wie viele sind mir nicht bekannt, welche in den beyden heißen Sommermonaten bloß deshalb unbelegt bleiben müssen, weil man kein Geleuchte in ihnen brennend erhalten kann.

5) Schichten die im Finstern verfahren werden, sind Gezäh- und Zeitverderbend. Die Arbeit geht langsam und schlecht; alle Gedinge sind theuer; der Gebrauch des Gezähes ist meist ungeschickt, mithin der Aufwand größer. Manche Arbeit wird im Finstern ganz unbrauchbar verrichtet. Wie oft ist es nicht der Fall, daß man ein Bohrloch anlegt, um einen wetternöthigen Bau geschwin-

*) Vergl. Aug. Hauptmanns Bergbedenken über die allergrößten Hauptmängel des Bergwerks. Leipzig 1658. — Rösslers Bergbauspiegel, S. 93. §. 14.

der zu lösen, und doch macht eben dieser Wettermangel, daß man sich bey Legung der Lehren und bey der Anlage des Bohrlochs übereilt, und dadurch wohl gar den ganzen Zweck desselben verfehlt, weil man die meiste Aufmerksamkeit und Geduld auf Unterhaltung des Geleuchtes wenden mußte. Die Arbeit braucht aber nicht einmal so künstlich zu seyn, um im Finstern schlecht zu gerathen. Wer weiß nicht, wie viel Pulver verschwendet wird, weil die Schüsse vor einem wetternöthigen Orte, wo man sich nicht genau genug nach allen Klüften umsehen konnte, unzweckmäfsig angelegt wurden; oder wie elend geht gar vor solchen Oertern die Schlegel- und Eisen-Arbeit von Statten. Mit dem Lichterhalter spart man dagegen an Zeit, Kraft und Gezähe.

Wo matte Wetter sind, und das Geleuchte zwar brennt, aber nur dunkel, hat der Häuer immerfort mit demselben zu thun. Er muß, wie jeder Bergmann weiß, beständig daran putzen, und eine Menge Zeit hiermit vertändeln. Zu dem Nachtheil dieser Störung einer kostbaren Arbeit kommt noch unmäfsiger Verbrauch des Unschlitts, da wo man Lichter brennt; denn diese müssen dann schief in

Letten gesteckt werden, wobey mehr Insekt herabträufelt, als in der Flamme aufgeht.

6) Mit dem Lichterhalter kann der Kunstknecht in matten Wettern lichern, und in Gesenken, die bisher der bösen Wetter wegen nur im Finstern zu befahren waren, nach Maschinen sehen.

7) Mit dem Lichterhalter kann der Markscheider überall in Baue, wo böse Wetter sind, und von denen oft die Hereinbringung eines Schachtes, oder die Entscheidung eines Gangstreites abhängt. Bisher konnte ein solcher Zug nicht geschehen, weil die Kunst im Finstern zu markscheiden, noch nicht erfunden ist. Die Vorrichtung eines Grubenbaues wurde dadurch oft Monate lang verzögert, und Berggerichte zum Nachtheil des Bergvolks und der Gewerken an der Entscheidung eines Processes gehindert.

8) Mit dem Lichterhalter kann der Zimmerling Thüerstöcke in Stollenflügeln und Strecken auswechseln, die der Wetter wegen oft eine Zeitlang unbelegt stehen, und doch offen erhalten werden müssen.

9) Mit dem Lichterhalter wird man bey geschickter und vorsichtiger Manipulation,

selbst in brennenden Häusern, wo Zimmer und Treppen schon mit Rauch angefüllt sind, durch die Dampfsäule durchgehen, und zurückgebliebene Kinder, wichtige Aktenstücke, Dokumente und dergleichen retten können.

10) Mit dem Lichterhalter kann der Physiker, Thermometer- und elektroskopische Beobachtungen mitten in irrespirablen Gasarten anstellen; mit ihm kann er unbefahrne Höhlen, deren Ausgang man nicht kennt, und die (wie die Siebenbürger *)) kein Geleuchte gestatten, befahren; Keller und Souterrains untersuchen, in denen man (wie in Italien) Alterthümer oder Münzen vergraben glaubt.

11) Der Mineur kann mit ihm in jeder mit Pulverdampf angefüllten Mine operiren.

12) Mit dem Lichterhalter kann ein oberer Bergbeamter, ein Revier-Director, welcher jährlich vielleicht nur einmal in eine entlegene Revier kommt, auch zu einer Zeit, wo gerade matte Wetter vor schwerköstigen Oertern stehen, dennoch alle Strecken selbst befahren, und sich, der lichttödtenden Wetter ungeachtet,

*) S. Siebenbürgische Quartalschrift, Jahrg. III. St. 2
1793.

selbst vom Zustande des Grubengebäudes unterrichten.

13) Besonders kann die mit oxygenirter Luft gefüllte Blasenlampe in einzelnen Fällen dem Beamten, vornehmlich dem Geschwornen oder Markscheider dazu dienen, mit ihrem hellen Scheine eine Radstube oder einen Firstenbau in bösen Wettern zu erleuchten, wo man ohne dahin gelangen zu können, gern das Absetzen eines Gangtrums an der Firste, die Haltbarkeit alter Kastenzimmerung, oder dergleichen untersuchen möchte.

Dafs eine Classe Menschen, welche alles Neue, oder alles was sie auf den ersten Augenblick nicht einsehen, für Künsteleyen und unausführbare theoretische Hirngespinnste verschreien, auch diese meine Bemühungen verspotten wird, davon bin ich überzeugt. Es gehe indefs nur jeder seinen ruhigen Weg fort, ziehe Nutzen aus jedem auch noch so bittern Tadel, und erinnere die praktischen Verächter chemischer Kenntnisse, dafs selbst wichtigere praktische Dinge, dafs selbst das Sprengpulver in dem Laboratorio eines Chemikers entdeckt ward.

Nur gutgemeinte Zweifel, gegen den prak-

tischen Gebrauch meiner Wetterlampe, halte ich einer Widerlegung werth. Manche schreckt eine vermeintliche Schwierigkeit mit dem Apparate zu operiren, oder eingebildete Kostbarkeit desselben, von seinem Gebrauche ab; diesen muß ich versichern, daß ich nach mehrjähriger Anstellung beym praktischen Bergbau, wohl zu übersehen im Stande bin, welcher Vorschlag wirklich praktisch ausführbar sey, und welcher theoretische Idee bleiben müsse — daß ich das unbefangene Zeugniß mehrerer inländischen und auswärtigen praktischen Bergleute für die Anwendbarkeit meiner Instrumente, selbst in den Händen des gemeinen Bergmanns, schon vor mir habe — daß überdies jedes Instrument in der Beschreibung künstlicher aussieht, als es bey der wirklichen Verfertigung ist — und endlich daß, so kostspielich auch meine Versuche für mich ausgefallen sind, für die Lampe selbst doch ein großer Vorzug in ihrer Wohlfeilheit liegt; indem eine blecherne Fahrlampe kaum $1\frac{1}{2}$ Rthl. und eine vor Ort zu setzende ohngefähr 1 Rthl. kosten wird; ihre Unterhaltung mit Oel oder Talg auch der einer jeden andern Lampe ganz gleich ist. — Andere meiner Freunde hörte

ich sagen: „So wohlthätig meine Erfindung auch sey, wenn sie recht benutzt werde, so könne sie doch von harten oder zu ökonomischen Bergwerksdirektoren zur größten Misshandlung der Arbeiter gemisbraucht werden, wenn diese nun, ohne die dringende Noth, nur um kostbare Lichtlöcher oder Durchschläge zu ersparen gezwungen würden, in so bösen Wettern zu arbeiten, als die wären, derentwegen man ohne den Lichterhalter bisher aus Mangel des Geleuchtes die Arbeit habe verlassen müssen“. Misbrauch bezweifle ich auch hier nicht, wie bey jeder nützlichen Sache, aber dieser hebt den rechten Gebrauch nicht auf; und macht nicht eben die Lampe auch, dafs da, wo jetzt der Häuer sich im Finstern quält, und der Bau nur mit Langsamkeit vorrückt, die Arbeit schneller von statten geht, mithin die Menschen kürzere Zeit leiden? — Die Elemente streiten gegen uns. Der ganze Bergbau ist ein Kampf mit ihnen; wir lernen sie entweder überwinden, oder ihnen geschickt entfliehen. Sollte es also nicht nützlich seyn, ein neues Mittel in Händen zu haben, einem so gewöhnlichen Hindernisse Trotz zu bieten? — Vernunft und Menschenfreundlich-

keit müssen dann lehren, wo die Anwendung weise oder unweise, menschlich oder hart sey.

Sollte es irgendwo mir unbekannte Wetter geben, welche meinem Lichterhalter doch trotzen, so würde mich dies nicht schrecken. Wenn meine Lampe in hundert irrespirabeln Gasarten hell leuchtet, kann ich deshalb gewiß seyn, daß sie in allen brennt? Wann ist je das *Maximum* von Wetterschlechtigkeit zu finden, da man dies selbst in der reinsten fixen Luft vergeblich sucht? Dafür habe ich noch Ideen genug, wie man der Flamme, um auch solchen zur Zeit noch nicht gefundenen Wettern zu trotzen, noch mehr, Luft zuströmen lassen könne, die ich jetzt aus der sehr begreiflichen Ursache zurückhalte, weil es unnöthig ist, sich in Waffen gegen einen noch nie gekannten Feind zu üben, oder sich ängstlich mit einem *Gravamen de futuro* zu quälen.

Einfaches Grubengeleuchte, besonders in matten Wettern.

Meine häufigen Versuche mit dem Lichterhalter in bösen Wettern von verschiedenem Grade der Schlechtigkeit, haben mich noch

nebenbey auf einige Erfahrungen über Gruben-
geleuchte gebracht, die für den praktischen
Bergbau nützlich seyn können. Ich beobach-
tete unter andern mehrmals, daß meine Wet-
terlampe, auch ohne, daß der Hahn geöffnet
war, in Wettern fortbrannte, die schon so
matt waren, daß sie mir starke Brust- und Kopf-
schmerzen verursachten, und alles Talg- und
Oelgeleuchte verlöschten. In der Wunsiedler
Revier kam ich im Herbste vorigen Jahres zu-
erst auf diese Erfahrung. Ich liefs die Wetter-
lampe am Seil in ein Gesenke, wo alle Lichter
und Grubenlampen verlöschten. Sie brannte
hell fort, auch als sie kein Wasser mehr hatte,
mithin keine reine Luft aus dem Luftbehälter
mehr auf die Flamme wirken konnte. Es war
sehr natürlich diesen Erfolg blos den hohlen
Döchren zuzuschreiben. Ich schritt daher mit
dem Herrn Oberbergmeister Killinger; dessen
rastlose und aufopfernde Thätigkeit ich nicht
genug rühmen kann, sogleich zu directen Ver-
suchen, die selbst vor dem verbühten Orte
auf der Fürstenzeche zu Goldcronach ange-
stellt wurden. Diese haben uns folgende Stu-
fenleiter des Geleuchtes für matte Wetter zum
Resultat gegeben.

1) Wachs- und Talg-Lichter verlöschen am frühesten, wenn die Wetter anfangen matt zu werden. Hales fand noch bey seinen Erfahrungen, über das Verderben der Luft durch brennendes Geleuchte, dafs dicke Lichter die Luft schneller verderben als dünne *), mithin leichter verlöschen als diese, weil sie nach seiner Theorie die Luft früher ihrer Elasticität berauben als letztere. Die Erfahrung der Bergleute hat dies längst bestätigt;

2) Lampen mit einfachen baumwollenen Döchten und Unschlitt gefüllt, wie man sie am Harz, in Saalfeld, u. a. a. O. braucht, brennen noch fort, wo Lichter verlöschen;

3) Lampen mit gewöhnlichen Döchten und Oel, (besonders Rübsaatöl) gefüllt, brennen noch in Wettern fort, wo die Unschlittlampen schon verlöschen; endlich aber

4) brennen Lampen mit hohlen Döchten noch fort, wo alle Oel- und Unschlittlampen nicht mehr zu brauchen sind. Diese machen also ein Zwischenglied zwischen dem gewöhnlichen Geleuchte und meiner neuen Wetterlampe mit einem innern Luftvorrathe, und

*) Hales Statik der Gewächse, S. 135.

sind (ohne dafs man nöthig hätte, seine Zuflucht schon zum Lichterhalter zu nehmen) noch mit grofsen Vortheile in mittelmäfsig bösen Wettern zu brauchen, die man bisher schon für ganz lichtverlöschend hielt.

Die hohlen Döchte kann jede Bergmannsfrau aus Baumwolle mit 9 Maschen auf 4 Nadeln stricken. Man kann auch unten 11 Maschen machen, und nach und nach bis auf 9 Maschen abnehmen. Diese Döchte (die schon durch die Argandschen Lampen bekannt sind) werden dann in eine gewöhnliche Lampe Fig. 4. entweder auf einen hohlen bleiernen Cylinder, (eine gewöhnliche Lichttülle, wie in alten Bergmannsblenden) gezogen, oder auf einen messingenen Stift aufgesteckt, (wie *xe* Fig. 4. vorstellen würde, wenn es nicht hohl wäre). Dieser Stift kann $1\frac{1}{2}$ Linie stark seyn; der Docht mufs aber etwas über ihn hervorragen, und in der Mitte etwa $\frac{1}{8}$ Linie Luftstrom haben. Man könnte ihn auch mit einigen am untern Rande hervorgehenden Fasern an die Tülle ankleben.

Es ist leicht einzusehn, dafs der hohle gestricke Docht mit einer gröfsern Masse Luft in Berührung tritt; dafs er also in diesen grö-

Isern Volumen der ihn nährenden Luft (so gering dasselbe auch absolut ist), doch relativ mehr Sauerstoff antreffe und abscheiden könne, als der gemeine einfache Docht, von einer geringern Menge Luft umgeben *).

Dieses einfache Mittel in ganz gemeine Lampen so leicht zu fertigende hohle Döchte zuziehen, wird eine grofse Verschwendung an Zeit und Geleuchte ersparen, da wo man durch ununterbrochenen Kampf mit dem letztern doch nur einen kümmerlichen Schein erhält, und wird besonders wichtig für den Flözbergbau werden. Ueberdies sind dergleichen Lampen auch schon an sich ökonomischer als gewöhnliche Oellampen, da sich bey ihnen ein geringerer Oelverbrauch gezeigt hat.

Auch in ganz frischer Luft, selbst da wo alles gewöhnliche Geleuchte hell fortbrennt,

*) Herr Glaser entwickelt dies sehr richtig in seiner scharfsinnigen Beschreibung einer Studier- und Sparlampe, Nürnberg, 1796. S. 28. Er scheint aber nicht zu ahnen, dass diese Ideen eigentlich schon Argand und De Luc gehören.

geben hohle Dochte ein weit helleres Licht, und gehn seltner aus, als andre Lampen und Lichter.

Gewöhnliche Talglichter consumiren viel Talg, weil sie immer mit einer dunkeln, groben, kohligen Schnuppe brennen, und verlöschen schon in mittelmässigen Wettern, weil die Luft die Flamme nicht innig genug trifft. Ich liess daher hohle Dochte die um einen Schilfstengel, (ein gewöhnliches Schiefsröhrchen) gewunden waren, in Talglichter ziehen. Wenn sich diese Dochte verstopften, mußten sie mit einem Drathe von unten geräumt, und mit einer scharfen Lichtputze geputzt werden. Ich liess ferner nach demselben Princip der Argandschen Lampen hohle cylindrische Wachlichter gießen. Ein Licht dessen Höhlung oder Luftkanal $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser hatte, und dessen Ring von Wachs 2 Linien stark war, erleuchtete ein grosses Zimmer ganz allein, so gut wie 8 gewöhnliche Talglichter. Da aber solche hohle Wachs- und Inseltlichter immer schwer zu gießen oder vorzurichten sind, kann man sich von ihnen nie einen praktischen Gebrauch für das gemeine Leben, am wenigsten für den Bergbau versprechen. Sie stehen in ih-

rer Anwendbarkeit vielmehr den Oellampen mit hohlen Döchten unendlich weit nach.

Man könnte daher von diesem letztern auch bey guten Wettern einen sehr vortheilhaften Gebrauch für Stroßenhaue oder Radstuben machen, welche mit mehrern Häusern nahe neben einander belegt sind. Hat jeder Häuser sein eigenes Geleuchte, so ist dies nicht nur unnöthige Consumption an Oel oder Talg, sondern es mehrt sich auch die Gefahr für das in der Nähe befindliche Sprengpulver. Eine für sie gemeinschaftlich aufgehängene Lampe würde, wie die Argandsche Lampe über Tage, diese Nachteile entfernen. Ich habe Versuche mit den Fig. 4. gezeichneten Lampen auf meinem Lichterhalter, jedoch in guten Wettern gemacht, und eine weit um sich strahlende Flamme erhalten, bey der sehr füglich 6 Menschen hätten sehen und arbeiten können. Mit einer solchen ganz frey fortlodernden Flamme verbrannte ich in $\frac{5}{4}$ Stunden 4 Kubikzoll Rüböl, wobey sich $\frac{3}{4}$ Lin. gestrickter Doch consumirte, so dafs die Lampe bald ausging. In einer ordinären Tüllenlampe mit 3 Tüllen und in einem Glase brauchte ich freylich nur 1 Kubikzoll Rüböl in $\frac{5}{4}$ Stunden; allein diese Lampe

leuchtete auch verhältnißmässig nur schwach.

Hr. Glaser schlägt nach eben diesem Ar-
gandschen Princip hohlgestrickte baumwollene
Döchte für Studier- und Sparlampen vor *),
Er tränkt sie in Wachs, und läßt sie auf hoh-
len Stäben trocknen. Sie verbrennen dann
nur $\frac{1}{2}$ Linie in einem Tage, und höher
dürfen sie auch nicht über den Lampenstift
vorstehen.

Da die Gefahr, das gewöhnliche Geleuchte
in matten Wettern zu verlöschen, eben so
groß ist, als die Schwierigkeit, mit einem or-
dinären Feuerzeuge frisches Licht anzuschla-
gen, so erinnere ich noch an ein einfaches
Mittel, selbst in sehr bösen Wettern Licht mit
großer Geschwindigkeit zu entzünden, von dem
ich mich längst gewundert habe, es noch nicht
unter gebildeten Bergleuten in Uebung zu se-
hen. Ich meyne den Phosphor, den man
entweder in kleinen Stückchen unter Wasser in
einem Glase bey sich führen kann, oder von
dem

*) Glaser a. a. O. S. 35.

dem man, wenn er mit Kampfer zusammen geschmolzen wird, eine Masse erhält, die in einer blechernen Tüte oder Kapsel aufzubewahren ist, und die, sobald sie mit einem Schwefelhölzchen gerieben wird, dieses sehr schnell entzündet.

Respirationsrohr, Rettungsmaschine.

So unläugbar es auch ist, daß die meisten bösen Wetter unserer Gruben bloß verderbend für das Grubenlicht, aber nicht tödtlich für die Respiration sind, so vorzüglich allgemein also auch der Gebrauch eines lichterhaltenden Instruments, nur jenen Wettern zu trotzen, ist, so verdient doch die erstickende Eigenschaft gewisser Gemenge von unterirdischen Gasarten gewiß eine noch ernsthaftere Betrachtung, und die Wichtigkeit eines Instruments in solchen Wettern ohne Gefahr zu respiriren, ersetzt die Seltenheit seines Bedürfnisses.

Tödlicher Schwaden steht in einem Gesenke — der rasche Bergmann der sich hinein wagt, holt sich den Tod — er athmet vielleicht noch, wäre noch zu retten, wenn schnell sein

Kamerad nachfahren, und ihn, ohne selbst zu ersticken, herausholen könnte. Der Contrefourneau einer Mine ist gesprengt, die Gallerie ist mit schwarzem Pulverdampf gefüllt, der Mineur soll durchfahren, um zu recognosciren, was der Feind für Schaden angerichtet hat. Bey einer Feuersbrunst sind alle Zimmer schon voll von erstickendem Kohlendampfe; ein Kind ist noch zurückgeblieben, wichtige Aktenstücke oder Dokumente sollen noch herausgeschafft werden. Wie es wagen, um durch die Dampfsäulen durchzugehen? Für alle diese Fälle ist ein Instrument nöthig, mit dessen Hülfe man in jeder irrespirablen Gasart ohne Schaden athmen, und eine Zeitlang darin leben kann.

Nach den Berechnungen zu urtheilen, die ich an Orten, wo starker Steinkohlen-Bergbau, wie in England und den Niederlanden getrieben wird, gehört habe, kann die Zahl der Bergleute, welche jährlich in Europa durch die bösen Wetter umkommen, nicht gering seyn. Auch sind diesen noch die Verunglückten beym Brunnengraben, Kellersprengen, beym Mineurwesen und Festungsbau beyzuzählen. Vielleicht mindert sich die Zahl die-

ser Unglücklichen, wenn wir ihnen ein Mittel in die Hände liefern, sich von der Schädlichkeit der tödtenden Athmosphäre, die sie umgiebt, unabhängig zumachen.

Das einfache Instrument, auf dessen jetzige Vorrichtung ich nach mehrjährigen Arbeiten in den bösesten Grubenwettern endlich gekommen bin, ist vielleicht nahe daran, daß es seine wichtige Bestimmung, Menschenleben zu retten, erreiche.

Das Mittel, wodurch Menschen sich ihren Aufenthalt in irrespirablen Gasarten sichern, kann bloß darinn bestehen, daß ihre Respirationsorgane, von dem Contact mit jenen Gasarten ausgeschlossen werden, und daß man ihnen dagegen einen Vorrath athembarer Luft mitgiebt. Dies dürfte durch eine Vorrichtung bewirkt werden können, deren einzelne Theile zwar an den bekanntesten physikalischen Instrumenten angebracht sind, deren schicklichste Verbindung aber nicht ganz leicht anzugeben ist.

1) Wenn eine Luft eingeathmet werden soll, welche in einem verschlossenen Gefäße enthalten ist, so kommt es darauf an, daß die ausgeathmete Luft von der einzuathmenden ge-

trennt werde, denn da der Sauerstoff der reinen Luft allein dazu dient, das venöse oder mit Kohlenstoff überladene Blut in arterielles hochrothes zu veredeln, und da von dieser Veredlung allein die Bewegung der linken Herzkammer abhängt, so kann keine ausgeathmete, in den Lungen bereits zersetzte Luft, wieder ohne Nachtheil eingeathmet werden. Dieser Umstand, und dann

2) die große Menge Luft, welche in einer Stunde durch unsere Lunge geht;

3) die Verdünnung der Luft, welche beym Inspiriren hervorgebracht wird, und die eine äußerst geringe Kraft zur Oeffnung von Ventilen darbietet, so wie

4) die Schwierigkeit, luftdichte Säcke zu verfertigen;

setzte der Ausführung meiner Ideen die Geduldprüfendsten Hindernisse in den Weg.

Ohne die vielen vergeblichen Versuche zu erzählen, die ich mehrere Jahre hintereinander angestellt habe, beschreibe ich blos die Einrichtung meiner jetzigen Rettungsmaschine. Sie besteht wesentlich aus 4 Stücken

1) dem Respirationsrohre,

2) einer Maske oder Binde.

- 3) dem Luftschlauch, und
- 4) dem Luftsacke.

I. Das wichtigste und schwierigste unter diesen Stücken ist das Respirationsrohr, das so vorgerichtet seyn muß, daß es die einzuathmende Luft von der auszuathmenden trennt; eine Operation, die durch alle bisher vorgeschlagenen Mittel nur unvollkommen bewirkt wurde. Die einfachste und bequemste Vorrichtung hierzu ist die, daß das Rohr (Fig. 17. *da* und *dc*) zwey Arme hat, an deren Enden leicht bewegliche Klappenventile (*a* und *c*) angebracht sind, wovon das eine (*c*) sich nach innen, das andere (*a*) sich nach aussen öffnet. Es gleicht ganz dem Mundstück einer sehr alten Respirationsmaschine, von der es weiter unten zu sprechen Gelegenheit geben wird.

Die Art wie das Respirationsrohr wirkt, ist diese. Es wird mit dem einen Ende (*b*) entweder unmittelbar, oder mittelst einer Art von Maske an den Mund gebracht, während es mit dem andern Ende (*o*), wo das Einathmungsventil sich nach innen öffnet, in dem Schlauche (Fig. 20. *cd*) steckt, welcher die Luft aus dem Luftsacke (*ac* Fig. 21.) zum Munde führt, wo sie dann (durch *cb*, Fig. 17.) eingeathmet, und

(durch *b d a*) mittelst des sich nach aufsen öffnenden Expirationsventils (*a*) wieder ausgehaucht wird.

So natürlich der Gedanke ist, das Einsaugen und Ausstoßen der Luft durch 2 Ventile zu verrichten, so schwierig ist die Bestimmung ihrer bequemsten Lage, Schwere und Weite. Die Muskelbewegung beym Athmen ist so leise, daß die Ventile äußerst leicht sich öffnen und schliessen müssen, um irgend brauchbar zu seyn. Das was unsere Brust und Zwergfell beym Athmen thun, reicht in der Regel kaum zu, um eine Quecksilbersäule, deren Grundfläche der Fläche unsers Zwergfells proportionirt ist, auf 2 Zoll höher steigen zu machen *).

Der Umstand, daß die beyden Arme des Rohrs an ihren Enden (*a* und *c*) in obliquier Richtung abgeschnitten sind, wird zur leichten Oeffnung der Ventile sehr wichtig.

Ich lasse das Respirationsrohr von Messing machen; gebe dem Arme *b c* Fig. 17. $3\frac{1}{2}$ Zoll, dem Arme *a d* $1\frac{1}{2}$ Zoll Länge, dem ganzen Rohre die gleichförmige innere Weite von $\frac{3}{4}$ Zoll und lasse die Enden (*a c*) unter einem Win-

*) Hales Statik der Gewächse, S. 153

kel von 40 Grad abschneiden. Die Klappen-ventile haben $4\frac{1}{2}$ Linie im Durchmesser, und $\frac{1}{10}$ Linie Messingstärke. Der Hr. Mechanikus Zachariä in Berlin hat sie mir bisher mit solcher Präcision gefertigt, daß sie der leiseste Hauch öffnet.

II. Das Respirationsrohr kann sich bey *b* entweder in eine hohle, und auf der entgegengesetzten Seite ohne Nufs endigen, welche man in den Mund nimmt, und wobey man die Nase verstopft, oder es kann dieses Rohr an einer Maske befestiget seyn, die man um den Mund bindet.

Gewöhnlich darf die Maske nur in einem Blechstreifen (Fig. 17. *efg.* und Fig. 19.) bestehen, welche man an den Mund, wie Fig. 19. zeigt, dadurch befestiget, daß man ihn in dem Nacken zusammen bindet; das bey *b* angesetzte Respirationsrohr bildet dann im Innern der Binde eine trichterförmige Mündung, gegen welche die Lippen sich von selbst anlegen.

In Fällen aber, wo wegen Pulver-, Holzkohlen- oder Schwefeldampf auch die Augen geschützt werden sollen; wo der Mineur z. E. in eine mit Pulverdampf gefüllte Gallerie vor-

ausgeschickt werden muß; wo man bey einer Feuersbrunst aus einem mit Rauch erfüllten Zimmer noch etwas retten will, wird das Respirationsrohr in eine Maske gesteckt, die das ganze Gesicht bedeckt, und deren abentheuerliche Gestalt bey ernsthaften Menschen wohl keine Einwendung gegen ihren Nutzen seyn wird. Sie ist von Eisenblech, steht aber, weil sie convex ist, weit von dem Gesichte ab, und schließt nur rings um dasselbe am Kopfe an, wo sie, um allen Zutritt der äufsern Luft zu hemmen, mit Leinwand und Baumwolle gefüttert ist. Statt der Augen ist das Blech mit zwey runden Glasscheiben versehen.

In jedem Falle athmet man in der Maske sowohl als in der blofsen Binde um den Mund, mit größter Leichtigkeit und ohne einige Aufmerksamkeit darauf verwenden zu dürfen.

III. Der Schlauch, mittelst welchen die einzuathmende Luft aus dem Luftsacke durch das Respirationsrohr in den Mund geführt wird, (Fig. 20 und 21, *cd* und *de*) ist von willkürlicher Länge; dieser richtet sich vielmehr nach dem Umstande, ob die Person, welche zur Rettung eines Erstickten oder in anderer Absicht, durch die bösen Wetter eilt, den Luft-

sack auf dem Rücken trägt, — ob sie ihn bey engern Räumen auf der Sohle der Strecke hinter sich herzieht, — oder ob der Schlauch ganz ohne Luftsack mit einer der äußern Luftschichten unmittelbar communiciren soll. Dagegen ist sein nothwendigstes Erforderniß, daß er leicht und biegsam ist. Ich lasse ihn ebenso vorrichten, wie die Schläuche deren ich mich bediene, um künstliche Gasarten aus einer Glocke in die andere zu leiten. Er besteht inwendig aus spiralförmig gedrehtem Drathe, der mit Leder luftdicht überzogen ist. Der schon genannte Mechanikus Zachariä in Berlin fertigt ihn ebenfalls sehr gut.

Jeder Schlauch hat an seinen Enden zwey messingene Ansätze, den einen (Fig. 20. bey c;) um das Respirationsrohr (b c) in ihn einzupassen — den andern (Fig. 21. bey e) um ihn in den Luftsack einzumünden. Bey diesem letztern Ansätze kann das Ausströmen der Luft durch einen Hahn (Fig. 21. ef.) willkührlich gehemmt, vermehrt oder vermindert werden. Diese Vorrichtung dient, wie bey dem Lichterhalter, dazu, daß der Luftvorrath nicht unnütz consumirt werde, wenn man von bösen Wettern in frische fährt. Daher bleibt dieser

Hahn so lange verschlossen, bis das Bedürfnis aus dem Luftsacke zu athmen anfängt.

IV. Um die Capacität des Gefäßes zu bestimmen, in dem die einzuathmende Luft enthalten seyn soll, welche man dem Bergmann, der sich in irrespirable Wetter wagt, mit geben will, ist es nöthig, genau zu wissen, wieviel Kubikfuß Luft ein Mensch in einer Stunde bedarf. Dies ist die Basis der ganzen Vorrichtung. Meine deshalb angestellten Versuche stimmen mit denen vom D. Jurine und D. Menzie zu Edinburgh *) völlig überein.

Eine Inspiration bedarf 40 Kubikzoll, (fast eine Bouteille) Luft; und da dies Bedürfnis zunächst von der Luftverdünnung herrührt, welche die Ausdehnung der Brusthöhlen verursacht, so werden diese 40 Kubikzolle nicht vermindert, man mag oxigenirtes oder atmosphärisches Gas einathmen.

In einer Minute athmet man in der Regel 18-
sehter 17 mal, demnach bedarf man in

1 Minute: 720 Kubikzoll Luft,
folglich in

*) Menzie's Inspirations - Apparat, sehe man in seinem
Tentamen physiol. de respiratione, Edinb. 1790. Fig. 2.

15 Minuten, 6 Kubikfufs u. 432 Kubikzoll,

30 — 12 — -- 864 —

45 — 18 — -- 1296 —

60 — 25 — -- 1296 —

freylich eine gar grofse Menge, da eine gewöhnliche Bouteille nur 43 Kubikzoll enthält; leider mufs also auch der Luftsack eine beträchtliche Gröfse erhalten.

Dieselben Gründe, welche mich bewegen, den Aufenthalt in einem mit Lebensluft angefüllten Verschlage bey bösen Grubenwettern schädlich und unrathsam zu finden, und die mich bewogen, bey dem Lichterhalter der atmosphärischen Luft den Vorzug vor der Lebensluft zu geben, bestimmen mich auch bey der Respirationsmaschine, den Luftsack mit ersterer zu füllen. Hierdurch wird der Gebrauch dieses Apparats einfacher, (da man der Luftbereitung überhoben ist), wohlfeiler und schonender für die Gesundheit. Die physiologischen Gründe, aus denen ich sehr wider das Athmen reiner Lebensluft eifern mufs, will ich hier nicht wiederholen. Die Brustschmerzen und Entzündlichkeit aber, welche ich im Sommer 1795 nach einem (in tödlich bösen Wettern zu Goldcronach) mit meiner Respira-

tionsvorrichtung angestellten Versuche empfand, schreibe ich hauptsächlich auf Rechnung der Lebensluft. Und dann wie unsicher und traurig, wenn die Rettung eines Menschen von dem Umstande abhängen sollte, ob ein Vorrath von vielen Kubikfuss Lebensluft (da $40\frac{1}{5}$ Bouteillen erst ein Kubikfuss Luft erschöpfen,) vorhanden wäre! Wie könnte dieser Vorrath bey jedem armseligen Kohlen- oder Eisenstein-Bergbau gehalten werden? Eine gemeinnützige Erfindung muß auf einfachen und sicherern Voraussetzungen beruhen.

Wollte man, wie Caratto, darauf rechnen, den Apparat dadurch zu verkleinern, daß das Respirationsrohr ohne Ventil sey, und die Lebensluft beym Ausathmen wieder in den Luftsack zurückginge, so wäre der Calcul falsch. Aus Abernethy's, Menzie's und Fothergills Versuchen folgt zwar, daß zwey bis drey mal durchgeathmete Lebensluft noch so rein als atmosphärische sey, und Ingenhoufs behauptet dies sogar von derselben, wenn sie 14 mal durchgeathmet sey. Es scheint also daraus zu folgen, daß der Luftsack, wenn er um sich nicht auszuleeren, unelastisch von Eisenblech gemacht würde, mit Lebensluft gefüllt. fast

um $\frac{2}{3}$ kleiner seyn könnte, als mit atmosphärischer Luft gefüllt. Versuche aber haben mich gelehrt, dafs die kohlensaure Luft, welche man samt der Lebensluft ausathmet, sich nicht gleichmäfsig unter die Luft im Luftsacke theilt, sondern dafs sie in dem Schlauche stehen bleibt, mithin wieder eingezogen wird, und beängstigende Brustschmerzen erregt.

Aus allem diesem folgt, dafs es am rathsamsten sey, den Luftsack mit atmosphärischer Luft zu füllen, und dem Bergmanne eben das natürliche Gemisch von Gasarten zum Athmen zu geben, das seit seiner Geburt ein habituel-ler Reitz seines Systems geworden ist, und das man in der Grube selbst, an jedem Orte haben kann, wo noch reine Wetter sind.

V- Das Gefäfs oder die Blase, in welcher die einzuathmende Luft eingeschlossen ist, darf keine metallne oder hölzerne Flasche seyn. Denn da die ausgeathmete Luft durch das Ventil *a* Fig. 17. entweicht, wird die einzuathmende Luft endlich so verdünnt, dafs die in der Brusthöhle gemachte Luftverdünnung sie nicht überwiegen und zum Entweichen zwingen kann. Es ist daher unmöglich, ein Gefäfs mit festen unelastischen Wänden auch nur bis

auf $\frac{1}{5}$ durch bloßes Athmen auszuleeren. Ich fiel deswegen Anfangs auf eine ähnliche Vorrichtung, wie bey meinem Lichterhalter, und wollte die verdünnte, einzuathmende Luft durch einträufelndes Wasser zum Entweichen bringen. Da man aber hierbey eben so viel Wasser zum Verdrängen, als Luft zum Einathmen bedarf, so würde aus der Menge des nöthigen Wassers eine ungemeine Gröſſe und Unbequemlichkeit der Gefäſſe entstehen. Für eine halbe Stunde Aufenthalt brauchte man ein Gefäß, das $12\frac{1}{2}$ Kubikfuß Luft enthielte, und dann noch eins mit $12\frac{1}{2}$ Kubikfuß Wasser; und 1 Kubikfuß Wasser wiegt 65 bis 70 Pfund!

Ich machte daher meine Luftsäcke von einem biegsamen elastischen Materiale, so daß sie, wenn die Luft in ihnen verdünnt ist, durch die drückende Kraft der äußern atmosphärischen Luft ausgeleert wurden. Ueber das beste Materiale des Luftsackes war ich lange unentschieden. Ich gab Anfangs

a) dem Leder den Vorzug, da es wenig Näthe erfordert, und die Luft sehr rein erhält; allein es wird leicht nass, und bricht dann, wenn es nicht vorsichtig getrocknet wird; ver-

lehrt also leicht seine Luftdichte-Eigenschaft.

b) Daher habe ich seitdem Säcke von Wachstaft gemacht, welche völlig luftdicht sind. Die Stücke, (deren man zu einem runden Luftsacke doch immer 4 — 5. braucht,) müssen nur fein zusammengenäht, und die Nähte mit *Resina elastica* in Naphta aufgelöst, bestrichen werden. Dies Verkleben der Nähte geht sehr gut, wie die Arbeit des Hrn. Bedöes lehrt. Will man die Nähte und das Zusammenkleben ganz vermeiden, so läßt man die Säcke gleich rund weben, eine Kunst, welche schon die Alten verstanden*), und welche ganz neuerlich in Schlesien wieder auflebt**). Bey der französischen Rheinarmee sah' ich einen Luftballon, welcher 5 bis 7 Monate lang mit Luft gefüllt blieb, und wie eine Blase

*) *Vestes insutiles*, ἄρραχνη, wovon *Braunius de Vestitu sacerdotum hebraicorum* und Johann Lund in seinem *Levitischen Hohenpriester und Priester*, (1695) S. 36 — 38. handelt.

**) Der Schlauchsprützen-Fabricant Just zu Gnadenfrey wirkt Geldbeutel ohne Nath, und Säcke ohne Nath werden von dem Gesellen Däne, bey dem Züchernermeister Begale in Trebnitz gewebt. S. *Nationalz. d. Deutsch.* 1793. St. 22. S. 482. *Zöllners Briefe üb. Schlesien.* Th. II. S. 16.

über dem Feuer ausgespannt war. Auch wäre es sehr leicht, Wachstaffent aus Paris kommen zu lassen; aber nach dem Unterrichte, den ich selbst darüber von der *Compagnie des Aëronautes* zu Canstadt empfangen habe, zweifle ich nicht, daß wir nicht auch in Deutschland solche luftdichte Behälter zu Stande bringen sollten. Hr. Watt hat überdies ein Mittel erfunden, dem Wachstaffent seine luftverderbende Eigenschaft durch Kohlenpulver zu nehmen, welches ich sehr anwendbar finde.

c) Künftig werde ich Versuche mit Luftsäcken aus Blasen machen. Sie sind wohlfeiler als die wachstaffenten, und vielleicht eben so luftdicht; wenigstens brechen sie nicht wenn sie vorher durchnäst waren, und erhalten noch überdies die Luft länger rein, als die Säcke von Wachstaffent ohne die Wattische Zubereitung. Grofse Blasen werden aufgeschnitten, zusammengenäht, und auf den Nähten mit Streifen von Wachstaffent beklebt. Man hat selbst *Montgolfiëren* die so construiert sind.

d) Endlich rieth auch Hr. Dr. Fischer, den Luftsack aus gewöhnlichem überfirnisten Tafent zu machen, welcher sich besser bewegen und

und nähen liesse als Wachstaffent, und ganz luftdichte Nähte gäbe, wenn sie nur (ohne weiteres Ueberkleben) mit Kopalfirnifs überstrichen würden. Blanchard soll einen seiner Luftbälle in Leipzig aus mehreren länglich zugeschnittenen Streifen von überfirnistem Tafft, von dasigen Schneidergesellen haben nähen lassen, und ihn dann durch Ueberkleben der Nähte mit Blase völlig luftdicht gemacht haben.

Da es höchst gefährlich wäre, wenn dem Bergmanne oder Mineur der Luftsack platzte, oder beym Anstreifen am Gestein zerrissen würde, und dadurch der reine Luftvorrath verlohren ginge, so schliesse ich den Sack in einen blechernen Kasten ein, der mittelst der Oefnung durch welche der Schlauch herausgehn muß, mit der Atmosphäre communicirt, und zugleich einigen Raum zwischen sich und der Luftblase übrig läßt. So viel Luft als nun mittelst des Schlauches aus dem Luftsacke herausgesogen wird, um so viel also dieser zusammen sinkt, eben so viel atmosphärische Luft tritt durch die Communicationsöfnung von aussen in den blechernen Kasten hinein, und drückt die Blase oder den Luftsack von aussen zusammen. Das Gefäß wenn es mit

ein paar Rollen versehen ist, dient noch dazu, den Luftvorrath, wo man ihn nicht auf dem Rücken tragen kann, wie den Trekhund der Flözbergleute, bequemer nach zu schleppen.

Das füllen des Luftsacks geschieht mittelst eines wenig veränderten gemeinen Blasebalgs, der da eingesteckt wird, wo der Schlauch in den Luftsack eingemundet ist. (bey *f e*, Fig. 21.) Das Material dazu ist in der Grube selbst auf Stöllen, unter Schächten, und überall wo frische Wetter sind, anzutreffen.

Seine Gröfse wird freylich sehr beträchtlich, da ein Mensch in eine Stunde eine so grofse Masse Luft durch die Lungen zersetzt; doch ist sie nicht so beträchtlich, dafs sie von der ganzen Vorrichtung abschrecken könnte; um so mehr, da das Nachfahren nach einem Erstickten, oder das Recognosciren eines Mineurs nur wenig Zeit erfordert, auch durch einen Schacht mehrere Luftsäcke nachgelassen werden können, wenn man nicht Mufse hat, den ausgeleerten in der Grube wieder zu füllen. Man braucht in einer Minute 720 Kubikzoll Luft, und eine gewöhnliche Ochsenblase enthält deren nur 11 Bout. 473 Kubikzoll. (0,27 Kubikfufs.) Zu einer halben Stunde würde man

also eines Luftsackes bedürfen, der $12\frac{1}{2}$ Kubik-Fufs enthielt, oder prismatisch eine Grundfläche von 4,166 Quadratfufs, bey 3 Fufs Höhe hätte. Wie selten aber braucht man sich so lange in den bösen Wettern, im Kohlendampfe oder Rauche, aufzuhalten. In den meisten Fällen werden 12 bis 18 Minuten hinlänglich seyn, um die tödtliche Luftschicht zu durfahren, und den Erstickten herauszuziehen; und dann kann man den Luftsack in einen blechernen Kasten entweder auf dem Rücken tragen, oder ihn unbedeckt über die Schultern, auf die Brust und den Rücken vertheilen, auch wohl ihn in dem blechernen Gefäße an einer Schnur auf der Sohle nachziehen. Bindet man sich den Luftsack auf die Brust und den Rücken, so muß man ihn erst anziehen, ehe er mit dem Blasebalge aufgeblasen wird.

Soll ein Bergmann mit der Respirationsmaschine vor Ort arbeiten, so steht der Luftkasten in Gestalt eines Fasses neben ihm. Für $\frac{3}{4}$ Stunden muß dasselbe $18\frac{3}{4}$ Kubikfufs Luft fassen. Man braucht auch hier den Luftsack in keinem geschlossenen Fasse anzubringen, sondern man kann ihn in ein Gestelle von einigen Säulchen, die unten in einen Boden eingesetzt

sind, und oben einen beweglichen Deckel einschliessen, legen. Hat der Boden 5 Quadratfuß Fläche, und die Säulchen 5 Fuß Höhe, so fassen sie einen Luftsack mit 25 Kubikfuß Luft, also genug für eine Stunde Aufenthalt. Der bewegliche Deckel wird niedersinken, in dem Maasse wie der Luftsack zusammen fällt, und so die darin enthaltene Luft rein herausdrücken. Das Fafs wird auf der Sohle der Strecke oder der Gallerie fortgewälzt, oder auf eine Rollschleife gezogen. Die Gestalt desselben läßt sich daher tausendfach abändern. Ist es ausgeathmet, so schafft man ein anderes hin, und steckt Schlauch und Rohr auf das neuangekommene Luftfafs.

Vor einem Orte wo man hinlänglichen Raum hat, könnte man allenfalls auch die wachstaffentnen Säcke ersparen, und ein hölzernes Luftfafs machen, in welches der Respirationsschlauch unmittelbar eingemundet wäre; dann müßte man aber doch auf so ein Luftfafs entweder einen Wasserkasten aufsetzen, oder fließendes Wasser auf dasselbe leiten, damit durch das Eintröpfeln desselben, (wie bey dem Lichterhalter) die Luft ausgetrieben würde. Wäre z. E. das Ort $\frac{5}{4}$ Lr. hoch, so könnte man

das hölzerne Luftfafs für 1 Stunde Aufenthalt mit 5 Quadratfuß Grundfläche, 5 Fuß hoch machen, und noch einen Aufsatz für das einfallende Wasser von 2 Fuß Höhe darauf setzen. Letzteres würde sich dann freylich alle 20 Minuten ausleeren, und müßte also in jeder Stunde 3 mal vollgegossen werden. Daher wäre es allerdings zeitersparender, wenn man über dem Luftfafs von 25 Kubikfuß Inhalt auch einen gleich großen Wasserkasten anbringen könnte. Allein wie weitläufig ist nicht erst diese Vorrichtung, wie viel Zeit geht nicht auf, die Wasserkasten, wenn sie ausgelaufen sind, immer wieder zu füllen; und dann ist auch der Wasserdruck keine permanent wirkende Kraft. Daher kömmt man immer auf das Resultat zurück, dafs es für die Respirationsmaschine in allen Fällen, auch bey ihrem Gebrauche vor Ort, besser ist, die Luftsäcke von einem biegsamen, elastischen Material zu machen, auf das der Druck der äußern Luft zum Auspressen der eingeschlossenen wirken kann, statt dafs man dieses dem einfallenden Wasser überläßt.

In sehr vielen Fällen wird man, wie schon *Rozier* und *l'Aulnaye* vorschlugen, den Luftsack ganz ersparen können und dadurch den

Respirationsapparat gar sehr vereinfachen. Man denke sich z. E. wie dies so häufig der Fall ist, ein Gesenke, das nur wenige Lachter tief ist; — über den Wassern liegt tödlicher Schwaden, und doch soll der Kunstknecht hinein und nach einer Maschine sehen, oder einem Verunglückten, der schon drinnen liegt, nachfahren, um ihn vielleicht noch zu retten. Auf der nächsten Strecke über dem Gesenke, sind die Wetter frisch und respirabel. Hier darf man sich nur mit dem Respirationsrohr und dem Luftschlauche in das Gesenke wagen; letztern — versteht sich dafs er lang genug seyn muß — mittelst eines Ringes an die Hängebank, wo die Wetter noch frisch sind, anhängen, und so während des Aufenthalts in dem tiefer liegenden und abgesonderten Schwaden, die frischen Wetter der nächsten Strecke einathmen. — Oder es ist eine Wettermaschine für ein wetternöthiges Ort angelegt, und eine Tour Wetterlotten bis vor dasselbe gezogen worden; die hintergeblasenen Wetter sind aber zu schwach, um die ganze Luftmasse vor Ort respirabel zu machen. Man benutze sie zur Respiration dadurch, dafs man den Luftschlauch (ohne Luftsack) mit der Mündung der Röhren-

tour in Verbindung setzt, und so die eingeblasene Luft unmittelbar einschluckt. Dieser Fall wird zwar seltner eintreten, er läßt sich aber da denken, wo z. E. vor einem höchst wetternöthigen Orte ein Bohrloch, um einen Durchschlag vorzubereiten, angelegt, und in den tödtlichen bösen Wettern abgebohrt werden muß. — Selbst über Tage in Hüttenwerken, wird man die Respirationsmaschine oft ohne Luftsack anwenden können. Es giebt in den Arsenikhütten Arbeiten, die der Gesundheit so schädlich sind, daß die Hüttenleute in sehr kurzen Zeiträumen hintereinander Giftmithridat einnehmen müssen. Man versehe diese Arbeiter mit einem Respirationsrohre, und führe den Luftschlauch zum nächsten Fenster hinaus an die freye Luft. Freylich wird es schwer halten, ehe man gemeine Arbeiter an die Unbequemlichkeit, mit einem Schlauche umher zu gehen, gewöhnt; wo aber ein wichtiger Nachtheil vermieden, ein ernsthafter Zweck erreicht werden soll, darf das Unge wohnte und Auffallende des Mittels nicht von seinem Gebrauche abschrecken.

Man sieht überhaupt wie mannigfachen Abänderungen dieser Respirationsapparat noch

unterworfen ist. Ich wünsche es so weit damit zu bringen, daß er nur wenige Thaler kostete, und daß seine Zusammensetzung einfach genug würde, um jedem Bergmanne einzuleuchten. Durch Thätigkeit, ausharrende Geduld und guten Willen läßt sich viel leisten, am meisten wenn mehrere Menschen ihre Kraft zu einem so menschenfreundlichen Zwecke vereinigen. Die Sache scheint mir wichtig genug, um wenigstens in jeder Revier Einen Respirationsapparat, der bey seiner jetzigen Einrichtung kaum 6 Rthlr. kostet, zu haben. Wenn auch Monate und Quartale vergehen, wo keine Anwendung von ihm zu machen ist, ja wenn auch in mehreren Jahren erst ein Mensch durch ihn gerettet würde, wie sehr würde sich nicht auch dann noch seine Anschaffung belohnen, und den Bergwerksdirektoren des Reviers zur Beruhigung gereichen. Hr. Fothergill, der edle Beförderer der *Human Society*, glaubte sein Buch über Rettung der Ertrunkenen, den Aerzten dadurch wichtig zu machen, daß er ihnen vorstellte, sie könnten wohl selbst einmal ertrinken. Ich achte die Männer, denen das Wohl des deutschen Bergvolks anvertraut ist, zu sehr, um mich solcher Motive zu bedienen.

Der scharfsinnige Stephan Hales war vor beynahe 50 Jahren einer Respirationsmaschine schon sehr nahe, und hatte sich besonders sehr glücklich ein Respirationsrohr ersonnen, dessen Erfindung man jetzt ziemlich ungelehrt dem D. Beddöes zuschreibt, von dessen Einrichtung ich aber, um noch weiter hinter Hales zurückzugehen, das Wesentliche schon seit Aesibius Zeiten bey den meisten hydraulischen Schriftstellern beschrieben finde. Es ist diese längst wieder vergessene Erfindung von Hales merkwürdig genug, um sie hier besonders zu erwähnen. In Fig. 18 stellt nemlich *ab* einen durchlöcherten hölzernen Zapfen vor, auf den ein kleinerer (*ed*) senkrecht aufgesetzt ist. In die Mündung des größern Zapfens ist der blecherne Heber (*bf*) eingepaßt, welcher an seiner Mündung *b* mit einem Blasenventile überspannt ist. Die Mündung des kleinern aufgesetzten Zapfens (*e*) ist gleichfalls mit einem Blasenventile versehen. *Ik* sind 4 kleine Ringe, jeder von 7 Zoll Durchmesser, und $\frac{1}{2}$ Zoll von dem andern entfernt, welche mit Flanell ausgespannt werden. Das Ganze hielten einige große Blasen (*fik*) zusammen. Diese Vorrichtung brauchte Hales beym Respi-

riren, um zu beweisen, daß er die ausgeathmete Luft durch die innerhalb der Blase ausgespannten Flanellstreifen reinigen, und wiederum inspiriren könne. Er hielt deshalb die Nase zu, und nahm den Zapfen (*ab*) in den Mund, zog die Luft aus dem Sacke (*fik*) aus, weil sich das Ventil *b* auswärts, (d. h. nach dem Munde zu) öffnete; die eingesogene Luft wurde wie gewöhnlich beym Exspiriren ausgestoßen, und ging nun durch den Arm (*ed*) dessen Ventil (*c*) sich ebenfalls nach außen zu (d. h. in die Blase hinein) öffnete, wieder in diese letztere zurück. Er maafs ferner sowohl den Inhalt des Hebers, (welcher hier die Stelle des Luftschlauchs vertrat,) als auch des Luftsackes, und fand, daß in beydes 4 bis 5 Par. Pinten gingen. Nach jedem Versuche reinigte er sowohl die Blase als den Heber sorgfältig von aller etwa hängen gebliebenen Luft, und tauchte die Flanellstreifen, durch welche die exspirirte Luft gereinigt werden sollte, theils in eine starke Auflösung von Seesalz und Potasche, theils in weissen Weinessig. Hatten die Flanellwände zuvor in Weinessig gelegen, und wurden dann in Salzlauge getaucht, so konnte Hales $3\frac{1}{2}$ Minute aus dem Luftsacke respiriren;

wurden die Fanellstreifen aber in Potaschenlauge eingeweicht, so konnte er 3 Minuten respiriren; und 5 Minuten, wenn er die in Potaschenlauge eingeweichten Streifen wohl trocknen liefs; dagegen er, wenn die Flanellstreifen in dem Luftsacke nicht ausgespannt waren, nie länger als $1\frac{1}{2}$ Minuten aus demselben respiriren konnte *). Noch besser wäre es gewesen, wenn er statt der Flanellwände Leinwandstreifen genommen hätte, weil der Flanell nicht nur Oel und Fett enthält, sondern auch mit Schwefelrauch weifs gemacht wird.

Nach diesen Versuchen rieth daher Hales Schmelzern, Bleygiesern, Bleyweifsmachern, und überhaupt allen Fabrikanten, welche in Luftarten zu arbeiten haben, die durch schwefliche oder saure Dünste irrespirabel gemacht werden, in diesen Gasarten ein breites Mundband (vielleicht wie die Halbmaske Fig. 19.) zu gebrauchen, worinnen 2, 4, oder mehrfach zusammengeschlagene Streifen von Tuch oder Flanell lägen, die man vorher in einer starken

*) Hales Statik der Gewächse, S. 150. 151. vergl. mit Tab. IX, Fig. 39.

Auflösung von Weinstein Salz, Potasche oder Kochsalz eingeweicht, und nachher wohl getrocknet hätte. Für minder böse Luftarten würde es auch schon genug seyn, (wie in den Arsenik - und Blaufarbenwerken) reines nur mehrfach umwickeltes und trocknes Tuch vor den Mund zu nehmen, das man um so öfterer zusammenschlagen müßte, je verdorbener die Luft wäre. Durch diese Tuch - oder Flanellstreifen müßte man dann mittelst des Mundes ein - und durch die Nase ausathmen. Für Bergwerke verspricht sich Hales selbst von dieser Vorrichtung keine Anwendbarkeit *).

Eben so wenig anwendbar sind die Vorschläge von Cavallo und andern, die ausgeathmete Luft durch Absorption der Kohlensäure mittelst Kalk - oder Bitterwassers **), wieder respirabel und nochmals einathmungsfähig zu machen; da mich Versuche gelehrt haben, daß diese Art der Vereinigung gar nicht schnell genug von statten geht.

*) Hales a. a. O. S. 154. vergl. mit S. 149. 150.

**) Cavallo's Abhandlung über die Natur der Luft, Lpz 1783. S. 25.

Hales ging in seinen Respirationsversuchen noch weiter; er verstopfte die Luftlöcher eines grossen kupfernen Blasebalgs, als er voll Wind war, und respirirte diese eingeschlossene Luft aus den Düsen länger als 3 Minuten, ohne sonderliche Beschwerden; denn die Seiten des Blasebalgs stiegen und fielen gar leicht, so wie die abwechselnde Respiration spielte. Er schlug daher eine ähnliche Vorrichtung für einen schleunigen Aufenthalt in erstickenden Dämpfen vor; fühlte aber auch die Schwierigkeit sehr wohl, die das Oeffnen der Ventile im Blasebalge bey dem leisen Athemholen, und die Gefahr des Erstickens habe, wenn diese Ventile nicht empfindlich genug angelegt würden *).

Von dem gefährlichen Vorschlage, Lebensluft auch nach der Expiration von der inspirirten unabgesondert, aufs Neue einzuathmen, den schon Cavallo that, geht ebenfalls der würdige Probst Zöllner aus **). Er rath Menschen,

*) Hales, S. 153.

**) Zöllners Lesebuch für alle Stände. Berlin 1783. B. IV. S. 253. — *Dr. Thruston letter to D. Beddoes* rather schon dephlogistisirte Luft in Bergwerke und

die in Gruben oder Höhlen voll mephitischer Luft sich aufhalten müssen, mit einem Schlauche voll dephlogistisirter Luft zu versehn, aus dem der Arbeiter athmen könne, und welcher nicht gar zu groß seyn dürfe, weil es unnöthig sey, mit jedem Athemzuge neue Luft zu schöpfen, indem vielmehr die ausgeathmete Luft wieder zurück zu dem ganzen Luftvorrathe geblasen, und mehr als einmal geschöpft werden könne. Die Bemerkungen, welche ich im vorhergehenden über das abwechselnde Ein- und Ausathmen der Lebensluft gemacht habe, werden das Unrathsame von diesem, und allen ähnlichen Vorschlägen zeigen.

Einer practisch - brauchbaren vollendeten Respirationsmaschine kommt der sogenannte *Respirateur antimephitique* des verstorbenen *Pilatre de Rozier* a) nach seiner Abänderung durch

Kirchen zu lassen, ohne jedoch die Art und Weise, wie und mit welchen Kosten es geschehen könnte, anzugeben.

a) *Rozier Journal de Physique, Tom. XXVIII. S. 426.*
— Vergl. *Macquer's chem. Wörterbuch, 2te Ausgabe, B. 2. S. 736.*

l'Aulnaye b) am nächsten; den uns neuerdings Herr D. Girtanner c) wieder in Erinnerung gebracht hat.

Rozier schlug nehmlich vor, mittelst der Nase aus einem Schlauche, welcher mit den reinen Luftschichten unmittelbar communicirte, einzuathmen; mit dem Munde aber das Ausathmen zu bewirken. Man sollte daher ein Futteral (von Messingblech mit Chenille gefüttert) an die Nase befestigen, in welches ein messingenes Rohr (von ohngefähr $1\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser) eingelöthet wäre, dessen anderes Ende sich mit demjenigen Schlauche verbinde, welcher bis in die reine athembare Luft fortgeführt werden sollte. Er rath ferner, einen solchen Luftschlauch aus Taffent von ohngefähr 2 Zoll Weite zu machen, und ihn mit

b) S. Voigts Magazin für das Neueste aus der Physik, B. IV. St. 2. S. 79—92.

c) S. die Abbildung von Hrn. D. Girtanners's Respirationsmaschine, in Voigts Magazin. B. III. St. 3. S. 90. besonders aber in Hufeland's Journal der praktischen Heilkunde, B. I. St. 2. S. 248. — Den gewöhnlichen Apparat zum Einathmen sehe man in Ingenhous's vermischte Schriften, B. II. Tab. I. Fig. 1.

Gummi Copal, oder noch besser (zu mehrerer Festigkeit und Leichtigkeit) mit Federharz zu überziehen. Ein solcher Schlauch von 48 Fufs Länge wog nur 1 Pfd. 7 Unzen. Die Theile desselben waren der Länge nach durch acht Schraubenansätze verbunden, und wurden inwendig durch einen spiralförmig gewundenen Messingdrath ausgespannt erhalten. D. Macquart, der von der vormaligen *Société royale de médecine* committirt wurde, Rozier's Versuche über die Wirksamkeit seines Apparats zu prüfen, und welcher Zeuge war, wie sich Rozier länger als eine halbe Stunde in einem Gefäfs voll Luftsäure, das ihn auf 5 Fufs Höhe bedeckte, aufhielt und ohne Beschwerde bewegte, kann die Anwendbarkeit jener, so wenig bekannt gewordene Maschine, die er seinen Landsleuten nachdrücklich empfiehlt, nicht genug rühmen *). Dennoch ist eine doppelte Unquemlichkeit dieser Vorrichtung nicht zu verkennen, die darinnen liegt, dafs man 1) mittelst der Nase ein- und durch den Mund ausathmen mußte; eine Operation, die immer

An;

*) *Journal des Mines*, 1797. No. 14. S. 6. 7.

Aufmerksamkeit, mithin auch einige Anstrengung oder Uebung erfordert; und dann 2) daß der Luftschlauch in den meisten Fällen eine sehr beträchtliche Länge brauchen wird, um den in der irrespirablen Luft befindlichen Menschen mit einer äußern reinen Luft in Verbindung zu setzen.

Die erste von diesen Schwierigkeiten hob Herr *P. Aulnaye* durch eine sehr wesentliche Verbesserung, mittelst welcher es möglich wurde, daß die In- und Expiration zugleich, wie es unser gewöhnl. Proceß bey dem Athmen ist, durch den Mund, ohne alle weitere Anstrengung, bewirkt werden konnte. Er versah das messingene Rohr, welches an den Luftschlauch befestiget werden muß, mit 2 Ventilen, und verband dasselbe (statt des Nasenstücks bey *Rozier's Respirateur antimephitique*) mit einer an die Lippen genau anschliessenden metallenen Muschel; (von der Figur eines gewöhnlichen Augenbades.) Das eine innerhalb des metallenen Rohrs, in einem Ringe und in 2 Zoll Entfernung vor dem Munde angebrachte messingene Ventil, von ohngefähr 6 Linien Durchmesser, öffnete sich unter einem Winkel von 30° nach dem Munde zu, bey dem Einathmen; das andere

Ventil war oberhalb des Rohrs vor dem Munde angebracht, öffnete sich nach aufsen, und wurde während der Inspiration durch den Druck einer Feder verschlossen gehalten, durch die Expiration aber jedesmal aufgestossen. Man sieht, *P'Aulnaye* bewirkte auf einem Wege, auf den Hales, ohne ihn selbst zu betreten, hinwies, die einzig praktisch-rathsame Art, mittelst eines Respirationsrohrs mit Ventilen, ohne Beschwerde ein- und auszuathmen; und seine Erfindung kommt mit der meinen, für jene Fälle, wo ich den Luftsack wegzulassen rieth, im Wesentlichen ganz überein.

Nach allen diesen Vorschlägen, die einer vollendeten Respirationsmaschine schon so nahe waren, wunderte ich mich, im Jahr 1796 die Bemühungen des schon mehrmals erwähnten Capitains von Humboldt, zur Verbesserung der Luft in den Minen, zu hören. Da ich im Frühjahr 1796 mit meiner Erfindung schon völlig zu Stande war, ja sie sogar, (noch ehe ich sie späterhin in demselben Jahre *) öffentlich beschrieb,) zu dieser Zeit mehreren

*) In einem Briefe an den Herrn von Trebra, in Crelleschem, Annalen, 1796, St. 9.

meiner Freunde bekannt machte, hätte ich nichts von den Bemühungen jenes Officiers für meinen Apparat benutzen können, auch wenn wir uns in unsern Ideen näher gekommen wären. Was dieser thätige Mann eine Respirationsmaschine nennt, hat nichts als den Namen davon. Im December 1795 zeigte derselbe bereits an, daß er seit einigen Jahren auf Luftverbesserung in den Gallerien denke, und durch einen unterirdischen Ofen Sauerstoffgas in dieselben blasen wollte. Der Erfolg war voraus zu sehen; er war der nemliche, den ich in einem der vorigen Abschnitte schon erzählt habe. Diese Idee wurde daher schon im Herbste 1794 von ihrem Erfinder wieder aufgegeben. Der kenntnißvolle Hr. Generallieutnant v. Geusau rieth hierauf, in Bezug auf Cavallos Vorschläge *), dem Mineur, wenn er durch Pulverdampf gehen müsse, eine blecherne Luftflasche mit Sauerstoffgas anzuhängen. Diesen Rath befolgte der Capitain von Humboldt, und meldete, daß im Jahre 1795. ein Mineur mit einer solchen kupfernen Feldflasche ver-

A a 2

*) Cavallo, a. a. O. S. 15.

sehen, (aus der zwey bewegliche Schläuche mit hörnern Mündungen, einer für die Nase zum Ein- der andere für den Mund zum Ausathmen) $1\frac{3}{4}$ Stunde im Dampfe ausgehalten habe. Der Versuch sey in der alten Jauernicker *Fleche*, Gallerie N. 4. *Branche a. A.* gemacht worden. Hierbey aber war gewifs Täuschung. Gesetzt auch, Lebensluft werde 4mal durchgeathmet, so hätte der Mineur (nach den oben beygebrachten Angaben) für $1\frac{3}{4}$ Stunde doch 13 Kubikfuß oder 559 Quart-Bouteillen Lebensluft nöthig gehabt; die Feldflasche hätte also in dieser Zeit gar oft müssen ausgewechselt werden. Eines solchen Wechsels wird aber eben so wenig als der Gröfse der Flasche gedacht. Es ist daher, (um so mehr, da es in dem Humboldtschen Berichte heifst: „meist brannten noch Lichter an dem Orte, wo der Versuch angestellt wurde,“ und da Menschen noch 8 bis 10 Stunden athmen können, wo kein Licht mehr brennt,) höchst wahrscheinlich, dafs der Mineur bey jenem Versuche, sich selbst überlassen, Mund- und Nasenstück weglegte, und dieser Unbequemlichkeit den wenig quälenden Genufs einer unreinen Luft vorzog. — Endlich rieth der Herr Prof. Klaproth, wie

beym Tabacksrauchen, durch den Mund ein- und durch die Nase auszuathmen, auch statt der kupfernen Feldflaschen, aus denen die Luft, wegen ihrer durch das Inspiriren erlittenen Verdünnung, nicht rein ausgezogen werden könne, lieber Kuhblasen zu nehmen. Sonderbar, daß man nicht die Menge der einzuathmenden Luft in Anschlag brachte, da eine Rindsblase von 12 Quartbouteillen (gerade 428 Kubikzoll) Luft genau nur für 36 Sekunden ($\frac{1}{2}$ Minute) zureicht. —

Durch ein mit Ventilen versehenes Respirationrohr, und durch Luftsäcke mit atmosphärischer Luft gefüllt, heben sich alle die Schwierigkeiten, die diese neuesten Respirationsvorschläge unausführbar machen. Ich würde auch diese historischen Umstände nicht erwähnen, wenn es nicht von jeher das Schicksal aller Erfindungen gewesen wäre, sie für unnütz, und wenn dies nicht glückt, für längst bekannt zu verrufen. So wenig ich während meiner Respirationsversuche etwas von den ältern Bemühungen der Herren Rozier und l'Aulnaye wufste, und so sehr unsere Erfindungen sich auch noch immer unterscheiden, so zweifle ich doch nicht, daß ich nicht bey

fortgesetztem Nachsuchen noch auf mehrere Vorgänger stoßen sollte. Wie zuerst leichte Körper an geriebenen Bernstein flogen, so begründete sich dadurch die Erfindung einer Electrisirmaschine, und von den Saugpumpen des Aesibius bis zum Barometer schien nur ein Schritt übrig zu seyn.

Einige Mittel gegen Erstickung in Bergwerken.

Vermuthet man in abgewältigten alten Gebäuden, oder in Gruben, welche lange unbelegt waren, böse Wetter, so wage man sich nicht sogleich hinein, sondern lasse eine Lampe in das Gesenke oder den Grubenbau, den man zu befahren fürchtet, hinab. Diese wird durch ihr Fortbrennen oder Verlöschen die Beschaffenheit der Wetter, denen man sich nicht gerade zu aussetzen will, in den meisten Fällen hinlänglich anzeigen.

Zugleich ist jedem, der sich in einem solchen alten Bau aufs Ungewisse wagt, anzurathen, daß er bey dieser Befahrung ein in Essig getauchtes Tuch vor den Mund halte,

auch wohl ein mit Essig befeuchtetes Gewand über seine Fahrkleider hängen *).

Die Steinkohlenarbeiter in Wettin brauchen es, wo sie böse Wetter vermuthen können, als ein Präservativ, daß sie vor dem Einfahren etwas Speise genießen und Brandtwein trinken **).

Zeigt das Verlöschen der Lichter, daß Schwaden in einem Gesenke steht, so wird man durch Buschen oder andere, in den vorhergehenden Abschnitten angeführte Mittel, denselben zu zertheilen suchen.

Wo nur wenig davon auf den Wassern oder im Tiefsten eines Abteufen liegt, wird man ihn bisweilen auch durch Abfeuern eines Schießgewehrs, und die dadurch bewirkte heftige Bewegung der Luft, zertheilen und austreiben können, wenn nicht andere Umstände da sind, die dies widerrathen.

Weiß man, daß in einem Grubenbaue sich brennende Wetter erzeugt haben, so brennt man sie mit Vorsicht, mittelst eines Lichts an einem Stabe ab, wobey man sich auf die Sohle niederlegt. Dies ist ein sehr gewöhnliches

*) S. Bericht vom Bergbau §. 314. S. 139.

**) S. Hales Statik der Gewächse, S. 154.

Verfahren in englischen Bergwerken. Sind die schlagenden Wetter schon in sichtbare Wölkchen zusammen gehäuft, so sucht man sie, nach Entfernung alles Geleuchtes, mittelst eines Stabes zu zertheilen, und dann die einzelnen kleinen Partien vorsichtig abzubrennen. Ein Verfahren, das in kurzer Zeit hintereinander immer wiederholt werden muß, weil sich diese Gasart, wenn sie auch schon vertrieben ist, doch immer wieder erzeugt.

In England haben mir alte verständige Bergleute erzählt, dafs es in Kohlengruben oft ihr Rettungsmittel sey, wenn böse Wetter sich während der Schicht vor dem Streb oder auf einer Strecke gelagert haben, und ihnen das Zurückfahren erschweren, Urin auf das Schnupftuch zu lassen, und dieses vor dem Mund zu halten. Auch auf deutschen Kohlengruben weifs man von diesem wirksamen Gegenmittel, dafs die Erfahrung dafür anerkennt, wenn man auch seinen Grund nicht einsieht*).

*) Eben so sollen menschliche Excremente ein wirksames Gegenmittel gegen das Gift des *Boa Upas* seyn. S. die Zusätze zu meiner französischen Uebersetzung der Thunbergischen Abhandlung *de arbore Macassarienti.*

Aufser den bereits erwähnten Vorschlägen, sich mit wollenen, in Essig getauchten, oder in Weinsteinlauge getränkten Tüchern vor dem Munde in böse Wetter zu wagen, ist noch eines Mittels des D. Macquart zu gedenken, dafs dieser aus eigener Erfahrung als Arzt in der bekannten Seuche zu Brest, mit der gröfsten Sicherheit brauchte. Er steckte bey jedem Krankenbesuche ein Stückchen weichen und sehr löcherichen Schwamm in seine Nasenlöcher, dafs er in Thymian- Lavendel- Orangen- oder andern ätherischen Oelen getränkt hatte. Weinessig oder spirituöse Wasser waren zu schwach. Dagegen fand er *Baume de Vinsglie* am wirksamsten. Jedesmal nach beendigtem Krankenbesuche warf der Arzt die Schwammstückchen weg, und blieb durch diese Vorsicht von aller Ansteckung frey*).

Wenn man sich in tödliche Gasarten, nur auf kurze Zeit, (z. E. um einen Erstickten herauszuschaffen) wagen mufs, ohne dafs man erst besondere Vorrichtungen treffen kann, die Luft respirabel zu machen, bleibt es immer das Sicherste, dafs man sich des Rettungsappa-

*) *Journal des Mines*, 1797. No. 14. S. 8.

rats bedienet, dessen Beschreibung der Hauptgegenstand gegenwärtiger Schrift war. Mit meiner nichtverlöschenden Fahrlampe und meinem Respirationsrohr, nach Beschaffenheit der Umstände mit oder ohne Luftsack versehen, wird man seinen Zweck nie verfehlen. Menschenfreundliche und thätige Bergwerksdirektoren, werden dafür sorgen, daß in jeder Revier wenigstens ein dergleichen Apparat vorhanden sey; und daß wenigstens einige Menschen dazu abgerichtet werden, die sich bey vorfallender Gelegenheit damit zu benehmen wissen. Die Motive der Menschlichkeit, und selbst der Bergwerksökonomie sind zureichend, als daß ich noch etwas zur Empfehlung jener Mittel vorstellen dürfte, deren Kostbarkeit so äußerst gering ist, und deren gegenwärtigen Unbequemlichkeiten in der Manipulation, bey gewohnterem Gebrauche durch praktische Hände leicht abgeholfen werden wird.

Mich auf die medizinischen Mittel einzulassen, welche bey Erstickten anzuwenden sind, ist hier meine Absicht nicht. Ich überlasse dies den Aerzten; wovon einige diesen Theil ihrer Wissenschaft mit vielem Scharfsinne

bearbeitet, und sich dadurch unsers vollen Danks werth gemacht haben *).

*) Ich nenne hier unter mehrern nur folgende: *Kort Vertoog over't Gebruik der Hulpmiddelen dienende tot Redding der Dren elingen.* 1769. — besonders die nützliche Abhandlung des *Dr. Macquart: Instruction sur la cure des Asphyxies, qui ont lieu dans les mines et sur les moyens de les prévenir* im *Journal des Mines.* An IV. No. 13. S. 78 — 90. ferner: Hensler's Anzeigen von Rettungsmitteln bei Unglücksfällen (1770). Fothergill's Untersuchungen über Hemmung der Lebenskraft bei Ertrunkenen, Erstickten u. s. f. (aus dem Englischen übersetzt von Dr. Michaelis 1796) und mehrere andere. Auch können noch mehrere Nachrichten über diesen Gegenstand, die berühmten Rettungsanstalten für Ertrunkene, und die vieljährigen wichtigen Resultate derselben in Hamburg, Leipzig u. a. O. m. an die Hand geben.

Nachtrag.

Ueber die Preise der Lampen, bey Christian
Hassauer in der Judenstrasse zu
Bayreuth.

	Englisch.		Deutsch.	
	Rheinl.			
	Fl.	Xr.	Fl.	Xr.
Eine Lampe vor Ort mit Luft- scheibe und Schläuchen .	29	45	25	15
Eine Fahrlampe mit der Luft- scheibe	18	15	16	10
Eine Hundslampe	22	10	18	10
Eine Ringlampe	—	51		
Eine Lampe à l'Argand . .	1	20		
Eine Blasenlampe	3	45		
Eine Lampe mit drei Armen	1	35		
Eine Lampe mit fünf Löchern	1	2		
Eine Maske mit Respirations- Rohr	3	—		

Diese Preise sind blos für metallene, äußerst
genau gefertigte Lampen, die zu Modellen in
Sammlungen dienen sollen, um andere dar-
nach zu machen. Daher ihre Theuerheit. Wer
das Princip der Erfindung einsieht, wird mit
wenigen Thalern wohlfeilere, zum Gebrauch
der Bergleute und dem Lokale angepaßt, zu
Stande bringen. Zum Ortbetriebe ist oft ein

bloßes hölzernes Faß (das die Stelle des Luftmagazins vertritt) hinlänglich. Ist Wasser vor Ort, so lasse man es durch eine Rinne einstreichen. So bedarf es auch keines Wasser-Magazins.

Modelle der ebenerwähnten Art sind in Berlin, Breslau, Freyberg, Clausthal, Salzburg, München, Ingelfingen, Bayreuth und mehreren andern Orten zu sehen.

Auch hat man, wie ich höre, praktische, günstige Anwendungen von meinen Lampen in Freyberg gemacht.

Bey dem Versuche, den der Schichtmeister Erl er am ersten August auf Simon Bogners Neuwerk, auf dem Frischglücker Flachen gegen Mitternacht in der Thelersberger Stollenteufe anstellte, waren zugegen: Bergamtsassessor Böhme, Pochhammer, Glaser, Schichtmeister Richter, und Steiger Papf und Fischer.

Das Ort wurde Luciae 1786 Wettermangels wegen eingestellt; vorher half man sich eine Zeitlang mit einer Wassertrommel, die die Wasser des Brandstollens betrieben.

Die Länge des Stollenflügels vom Schacht, frisch Grücker Bremmer genannt, bis vor Ort war 140 Lr. und wurde beym Versuch in drey gleiche Stationen getheilt.

Man hatte sich mit No. 1. der einfachen Spitzenlampe, No. 2. der Sieblampe, No. 3. der Armlampe, und No. 4. der Ringlampe versehen.

Auf der ersten Station brannten noch Lichter und Rübsaatöllampen. Heller brannte der Lichterhalter. Die Fahrt dauerte 20 Minuten, während dieser Zeit consumirte sich der gute Luftvorrath.

Am Anfang der 2ten Station ließen sie das Wasser weg, und füllten die Lampe mit däsiger Grubenluft, in welcher zwar kein Licht mehr brannte, aber wohl die bloße Lampe mit hohlem Docht. Auf diese Weise brannte die Lampe fort bis zur dritten Station.

„In 20 Lr. Entfernung von der 2ten Station, sagt einer dieser Beobachter, waren unsere Lichter selbst bey der künstlichsten Manipulation kaum mehr schwach brennend zu erhalten. Die Lampe brannte mit matter stumpfer Flamme. Der Wasserhahn wurde geöffnet, und durch den neu hinzutretenden Luft-

strom wurde die Flamme wieder verstärkt. Sie brannte nun bald schwächer, bald stärker, je nachdem die Lampe bey den stets schwankenden Tritten der Fahrenden auf faulem Tragerwerke mehr oder minder erschüttert wurde. Bey etwa 10 Lr Entfernung vom Ortstofse, also 130 Lr. weit hatte keiner Feuer mehr, und hier und dort verlöschte auch die Humboldt'sche Lampe, No. 3., mit einemale, da die Luft gänzlich absorbirt war. Wir hielten an, als wir das Absterben der Lampe sahen, deren Erlöschen in demselben Augenblicke erfolgte, als der letzte Luftstrom durch den Docht ging.“ —

Ein zweyter Versuch auf dem nehmlichen Stollenflügel geschah am 17ten August von den Herren Erler, Richter, Wiedebach, Pochhammer, Glaser, Graf und Papf. Diesmal brauchten sie bloß die Ringlampe, und zwar mit dem erwünschtesten Erfolge.

Sie führen mit ordinären Lichtern, die ersten 40 Lr. vom Schachte weg, ehe sie die Lampe anzündeten; von da 35 Lr. (wo kein Licht mehr brannte) mit der Lampe bis zum Blühglücker Morgengang. Die Flamme war frisch und stehend bei halber Oefnung

des Hahns, — loderte schnell auf bei dessen ganzer Oefnung, — und schwächte sich bis zu mattem blauem Scheine; wenn man ihn fast ganz verschloß. Der Hahn war auf der größern Länge der Fahrt nur halb geöffnet. — Man fuhr aus zufälligen Umständen wieder zurück.

Am Blühglücker Morgengange enthielt die Luft nach Lampadius;

15,7 Luftsäure.

68,4 Stickluft.

15,4 Lebensluft.

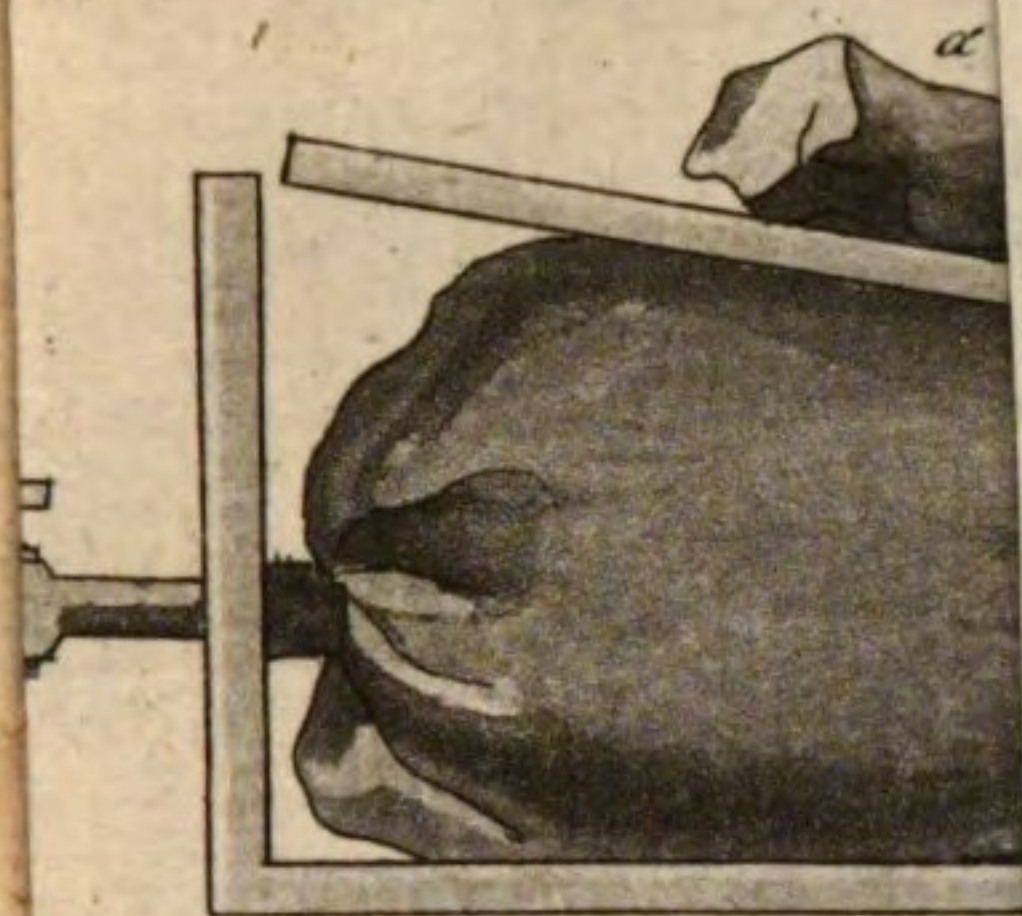
Diese Luft hatte einen unangenehmern Einfluß auf die Fahrennden, als die oben angeführten. Bei 30 Ir. vom Blühglücker Morgengang zurück, wo Lampen und Lichter wieder brannten, hielt die Luft nach Lampadius

2,6 Luftsäure.

73,6 Stickluft.

23,6 Lebensluft,

Während des Versuchs mit der Lampe waren 20 Minuten vergangen, und $\frac{2}{3}$ des Luftvorraths absorbirt. Die eingeschlossene Luftmenge hielt also bei halber Oefnung des Hahns über eine halbe Stunde aus.

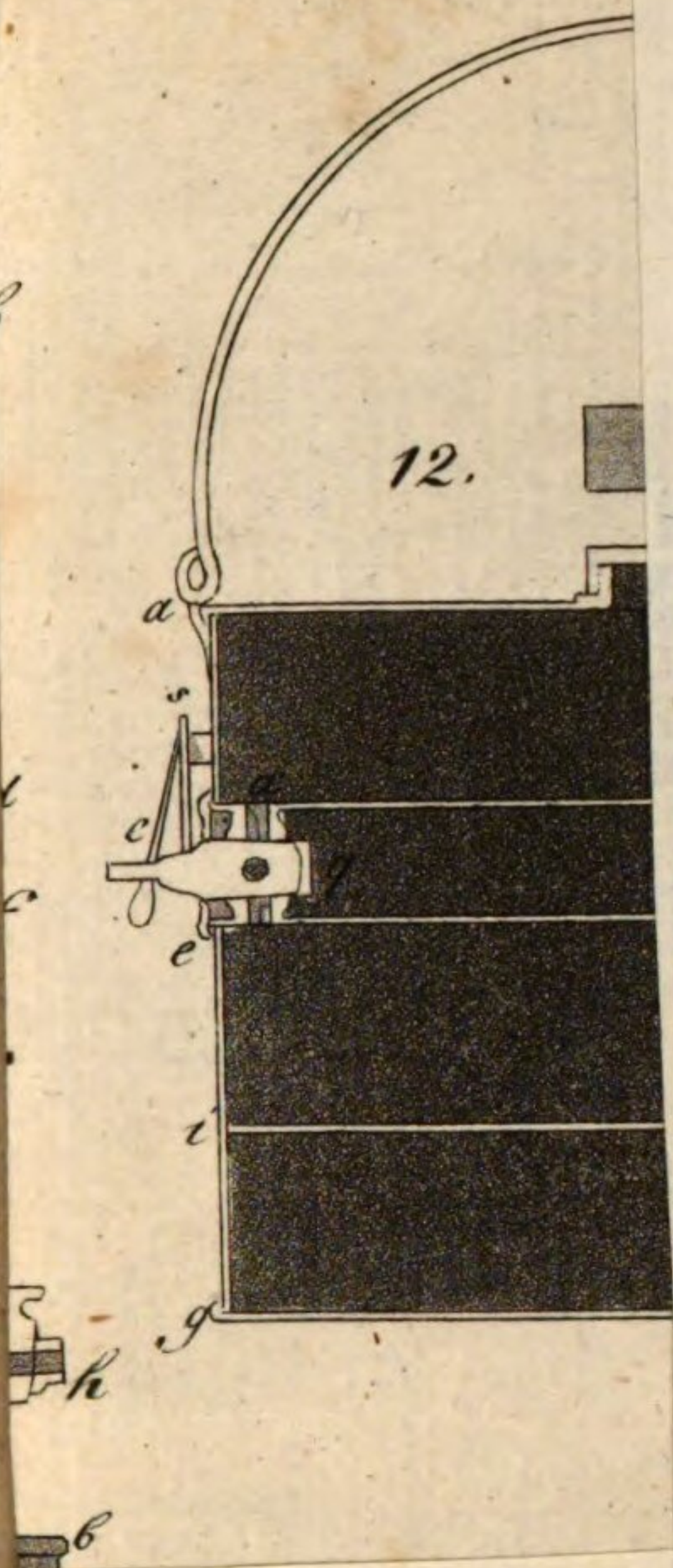


5

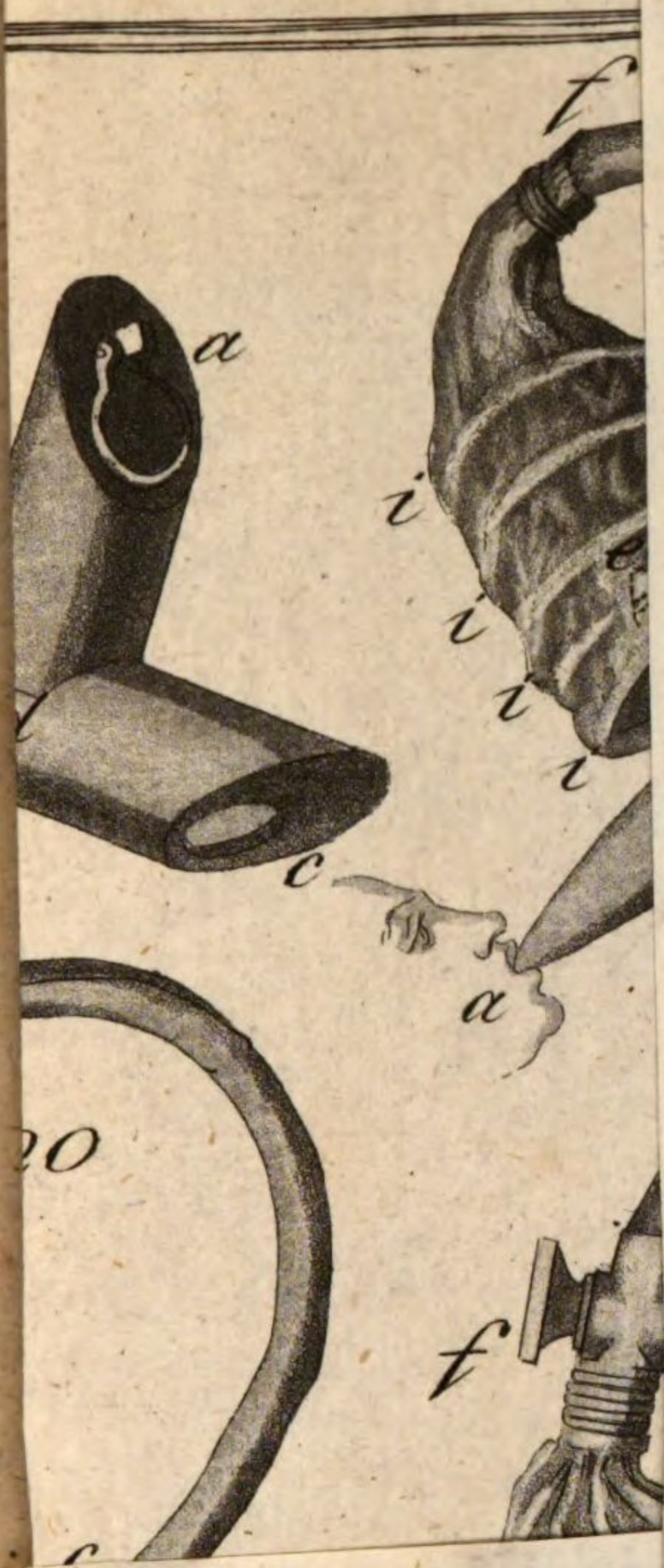


Bayerische
Staatsbibliothek
MÜNCHEN

12.



de
m
e
f
T
2
1



20



Humboldt, Alexander von,

Ueber die unterirdischen Gasarten und die Mittel, ihren Nachtheil zu
vermindern Ein Beytrag zur Physik der praktischen Bergbaukunde

Braunschweig 1799

Metall. 56

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10292935-7

VD18 11356111